tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 41 - nr. 1 - 1976

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 45,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 45,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De examens door het Genootschap ingesteld en afgenomen zijn:

a. op lager technisch niveau:"Elektronica monteur NERG"
b. op middelbaar technisch niveau: Middelbaar Elektronica Technicus NERG"

Brochures waarin de exameneisen en het examenreglement zijn opgenomen kunnen schriftelijk worden aangevraagd bij de Administratie van de Examencommissie.

Voor deelname en inlichtingen wende men zich tot de Administratie van de Examencommissie NERG, Genemuidenstraat 279, den Haag, gironummer 6322 te den Haag.



Ir. L.R.M. Vos de Wael heeft op 1 januari 1976 de functie van secretaris-penningmeester van de Examen-commissie, welke hij sedert 1957 vervulde, neergelegd.
Het bestuur bood hem een afscheidsreceptie aan, welke op 15 januari in Leidschendam plaats had.

De scheidende functionaris en zijn echtgenote werden toegesproken door Prof. dr. H.Groendijk namens het Bestuur en door Ir. J.H. Geels namens de Examencommissie.

Er werd gewezen op de hoge waardering die ons Genootschap heeft voor de werkzaamheden van de Examencommissie. De sprekers uitten hun dank voor het vele dat het echtpaar Vos de Wael hieraan heeft bijgedragen. Het bestuur stelt het op hoge prijs dat Ir. Vos de Wael als adviseur in het werk van de Examencommissie betrokken wil blijven.

Om de mogelijkheid te hebben ook een stoffelijk blijk van waardering te kunnen overhandigen is een inzameling gehouden onder examinatoren, oud-examinatoren, bestuursleden en andere betrokkenen. Hierdoor konden bloemen worden aangeboden aan Mevr. Vos de Wael, alsmede een schemerlamp voor de studeerkamer van haar echtgenoot.

In zijn wederwoord prees Ir. Vos de Wael de goede verhoudingen, zowel tussen de examinatoren als binnen de werkgroepen van de examencommissie. Hij dankte voor het geschenk, dat hij in hoge mate in ere zal houden. Hij sprak zijn vertrouwen uit in de toekomst van de Examencommissie en de beleidsveranderingen, die ten aanzien van het examengebeuren aan de orde zijn.

EURELIEEE

EUROCON

European Conference on Electrotechnics

'77

VENEZIA

May 3 to 6, 1977

Theme: COMMUNICATIONS

Communications in large power systems:

1.1 - Technical and/or economic justification for the development of surveillance and control systems.
1.2 - Performance required for communication equipment integrated into the surveillance and control of large power systems (functional characteristics and reliability).
1.3 - Design and development of specific communication equipment. Conditions and limitations of use. Compatibility with existing communication systems.
1.4 - Technical limitations on communication equipment and their effect on the perfomance of large power systems.
1.5 - Communication development trends in large power systems.

New developments in communications:

2.1 - Improved and new communication services (telephone facilities; audio and video conference services; facsimile and tele-mail; data communications and visual display, data access and information services).
2.2 - Transmission and switching systems (advances in coaxial cable systems; optical fibres; microwave and waveguide systems for inland transmission networks; submarine cable and satellite systems for trans-oceanic networks, together with the organization and control of complete transmission and switching networks, e.g. using centralized and distributed processors).
2.3 - Supporting technology and customer equipment (developments in the supporting technology such as medium and large scale integrated circuits; microprocessors; solid state devices for visual display; microwave devices and waveguides; design of customer equipment for audio and visual communication services).

Communications and computers:

3.1 - Data transmission in general and particularly its role in distributed systems: e.g. distributed data banks, etc.
3.2 - Architecture of computer networks (particularly packet switching, considering also standards, protocols, etc.).
3.3 - Experience gained from existing experiments: ARPA net, EIN etc.
3.4 - Distributed software for controlling computer networks, programming languages, network operating systems, resources allocation, deadlock prevention and recovery.
3.5 - Microprocessing and new architectures of electronic switching systems.
3.6 - Use of computer including mini and micro-processors for control and management of communication systems.

Communications and signal processing in medicine:

4.1 - Communication in health services
4.2 - Telemedicine
4.3 - Signal processing in medicine
4.4 - Communication in the living system.

Communications in developing countries

Special attention will be given to the effect of the growth of communications in the developing countries; this is considered to be an important item not only for these countries but for the future of the whole world.

STUDENTS AND YOUNG ENGINEERS are invited to an exclusive meeting and discussion with speakers at the end of every daily session.

Call for papers
Authors are requested to submit a 300-500 word abstract in three copies, in English, appropriate for a 20-minute paper, to reach the Eurocon '77 Office before **June 1, 1976**

organized by the
Institute of Electrical and Electronics Engineers - Region 8
and the
Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe

the organization is carried out by

AEI - Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana
and the
N. and M. & S. Italy Sections of IEEE

Information from

EUROCON '77 c/o AEI · Viale Monza, 259
20126 Milan (Italy) · phone (+392) 2550641
telex 33207 (CEITALIA)
cable Asselita Milano

ENKELE ASPEKTEN VAN DATA COMMUNICATIE NETWERKEN, WELKE ZIJN GEBASEERD OP PACKET SWITCHING

O.B.P. Rikkert de Koe

Philips' Telecommunicatie Industrie B.V. te Hilversum

After a short review of the 'history' of packet switching, the hierarchical structure of packet switching networks and the thereto related protocol-hierarchy is discussed. Special attention is given to flow control problems in general and to the background of 'virtual circuits' in particular.

1. DE 'GESCHIEDENIS' VAN PACKET SWITCHING

De geschiedenis van packet switching is nog niet zo oud. In 1964 publiceerde Paul Baran een artikel {1} waarin hij aandacht vroeg voor een nieuwe wijze waarop data communicatie netwerken gebouwd zouden kunnen worden. Hij stelde voor de te verzenden data in blokken te groeperen van zo'n 1000 à 2000 bits maximaal. Elk blok zou moeten worden voorzien van een afzenderadres en bestemmingsadres, en van een foutendetecterende code. Het netwerk zou moeten bestaan uit een (groot) aantal knooppunten, welke onderling maas- of gaasvormig zijn verbonden.

Het transportmechanisme van deze datablokken door het net zou gebaseerd moeten worden op een zogenaamde 'Hot-Potato Routing Doctrine'. Hiermee bedoelde hij dat elk knooppunt een eenmaal ontvangen datablok weer zo snel mogelijk van de hand zou moeten doen ten gunste van een naburig knooppunt. Dit 'store-and-forward' schakelprincipe kennen we al langer uit de message-switching, maar Paul Baran vond, dat dit best wat sneller kon. Hij rekende uit dat, indien de trunklijnen, die de knooppunten onderling met elkaar verbinden, een capaciteit zouden krijgen van bijv. 1,5 Mbit/s, de vertragingstijd per knooppunt slechts enkele miliseconden behoeft te bedragen. En dat levert voor 10 knooppunten in serie nog slechts enkele tientallen milliseconden totaal op. Een verwaarloosbare vertraging, die de meeste gebruikers van het net niet eens zouden opmerken, en die zijns inziens het net zelfs geschikt zou kunnen maken voor de overdracht van gedigitaliseerde spraak (PCM)!

Baran's studie, die een duidelijk militaire achtergrond had, was natuurlijk nogal academisch van aard. Maar hij had toch wel aangetoond, dat de toepassing van het 'Store-and-Forward switching' principe niet altijd hoeft te betekenen, dat met vertragingstijden van minuten tot uren moet worden gerekend. Baran liet het niet bij deze publicatie, en er volgden meer {2}. Hij besteedde daarbij veel aandacht aan de wijze waarop het knooppuntsnetwerk zou moeten functioneren (bijv. de vraag hoe het net zich automatisch optimaal moet aanpassen aan lokale storingen of uitval van gedeelten van het net), maar had nog weinig oog voor de specifieke problemen die men krijgt als men probeert allerlei verschillende soorten data-abonnee's, zoals eenvoudige terminals, intelligente terminals, of zelfs complete computersystemen, aan het netwerk aan te sluiten.

In 1967 publiceerde Donald Davies {3} van het National Physical Laboratory (NPL) in Engeland eveneens een studie over de struktuur en gebruik van toekomstige data communicatie netwerken. Davies liet zich inspireren door het werk van Baran, maar haalde het uit de typisch militaire sfeer, en werkte tevens diens ideeën verder uit. Hij liet zien dat deze aanpak zich ook goed leent voor toekomstige civiele data netwerken. Davies stelde voor de opmaak van de data-blokken in het netwerk te standaardiseren, en de maximum toelaatbare lengte niet te groot te kiezen (rond 1000 bits). De aldus gedefinieerde en gestandaardiseerde datablokken noemde hij 'packets', en het netwerk gaf hij de naam: 'packet switching network'. Rond 1970 werd op het NPL een experimenteel packet switching netwerk in gebruik genomen, en dit netwerk leverde een aantal interessante publicaties op. (Zie o.a. {4,5,6}). Op dit moment zijn 10 gebruiker computers en 50 à 60 terminals op dit in-plant NPL netwerk aangesloten.

Intussen was in de Verenigde Staten een groeiende belangstelling ontstaan voor een nieuw gebied van onderzoek: de studie van 'computer netwerken'. Met name Roberts van MIT publiceerde een aantal artikelen {7,8} over problemen die ontstaan als men een aantal onderling niet compatabile computers met elkaar wil verbinden. In 1970 publiceerde hij, met Wessler, het eerste artikel over het zogenaamde ARPA netwerk {9}. ARPA is een afkorting van 'Advanced Research Project Agency', een organisatie die eveneens uit militaire fondsen betaald werd, maar ditmaal de opdracht had gekregen een algemene studie te maken over de mogelijkheid een aantal computers, welke gespreid lagen over de gehele Verenigde Staten, op zodanige wijze met elkaar te koppelen, dat zij gebruik konden maken van

elkaars 'resources' (geheugens, programma's, etc.). Men besloot een experimenteel computer-netwerk te creëren, bestaande uit een aantal gebruiker-computers, die als een soort abonnee aan een 'communicatie-subnetwerk' werden aangesloten. De struktuur van dit subnetwerk nu baseerde men op de visie van Baran. En zo ontstond een niet-commercieel netwerk, gebouwd met overheidsgeld voor een veertigtal research-centra, die via dit netwerk van elkaars diensten gebruik konden maken. De research-pret kon niet op. Een stroom van publicaties volgde, zowel over het communicatie subnetwerk {o.a. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16} als over de aangesloten gebruiker computers (genaamd: HOSTS) en de problemen die men krijgt als men computers van verschillend type en makelij met elkaar wil laten 'converseren' {14, 17, 18}. Men pakte het groots aan, en de trunk-circuits kregen een transmissiecapaciteit van 50 kbit/s. Voor de knooppunten van het sub-netwerk kon men volstaan met Honeywell DDP-516 computers {10}. Het netwerk is nog altijd operationeel.

Inmiddels is het weer een paar jaar verder en studies en discussies over packet switching zijn vaste kost geworden op het menu van elke conferentie waar computer-communicatie of toekomstige datanetten aan de orde worden gesteld. Er is zelfs al een uitstekend boek over deze gehele problematiek verschenen van de hand van de NPL medewerkers Davies en Barber {19}.

Packet switching bleek bruikbaar, zowel als basis voor openbare geschakelde data netten als voor particuliere netten.

In een aantal landen zijn openbare packet-switching netten nu in voorbereiding of reeds in bedrijf. In de Verenigde Staten worden onder de naam 'Value Added Network's (VAN's) reeds enige netten gerealiseerd {20, 21, 22, 23}. In Canada bereidt men de zogenaamde DATAPAC-service voor {24}. In Engeland komt één dezer maanden het EPSS-net in bedrijf. Over dit net zijn zowel een aantal algemene beschouwingen {25, 26, 27, 28, 29} als gedetailleerde gegevens over de gekozen protocols {30, 31, 32} gepubliceerd. Frankrijk heeft een openbaar packet-net op kleine schaal gebouwd onder de naam RCP {33}, en bereidt een veel groter net voor onder de naam TRANSPAC {34}. Japan combineert circuit-switching en packet-switching in één systeem DDX-1 {35}. Ook in Spanje is reeds een netwerk operationeel, al beperkt het zich tot op heden tot één verbinding tussen Barcelona en Madrid {36}.

Daarnaast is op dit moment ook een aantal particuliere packet switching netten in bedrijf. Het ARPA-net in de Verenigde Staten is reeds genoemd. Daarnaast moet zeker het SITA-net worden genoemd, dat soms wel als het eerste packet-switching netwerk wordt beschouwd. Het SITA-net is een internationaal netwerk, dat gemeenschappelijk wordt beheerd en gebruikt door 175 luchtvaartmaatschappijen, o.a. voor vluchtreserveringen. Het bevat 9 'high-level' knooppunten (de drie knooppunten in Amsterdam, Londen en Parijs bestaan uit Philips DS 714 message switching systemen), 16 gecomputeriseerde lokale schakelcentra (satellite processors), en meer dan honderd handbediende telegraafcentra. Het is al sinds 1966 operationeel {37, 38}. Als derde voorbeeld van een particulier net kan het 'Cyclades' net worden genoemd. Dit is een Frans experimenteel netwerk, dat een aantal computers van researchcentra met elkaar verbindt {39}.

Tenslotte zijn er ook nog twee overheidsprojekten welke op dit moment op Europees niveau worden voorbereid. Het eerste projekt is het zogenaamde 'European Informatics Network' (EIN) dat bedoeld is om een aantal Europese research-centra met elkaar te verbinden {40}. Het contract werd reeds in 1971 getekend door acht landen en het Euratom Centrum in Ispra. Het tweede projekt draagt de naam 'Euronet'. Het is een EEG-projekt. Berichten hierover zijn nog schaars, maar wel is duidelijk dat men hiermee beoogt een aantal data-banken in de Europese Gemeenschap beter toegankelijk te maken {41, 42}. (Overigens, dit 'Euronet' zal waarschijnlijk veel meer verkeer te verwerken krijgen dan het research-georienteerde EIN, en dat zou voor de toekomst van het EIN-projekt (en de financiering ervan) wel eens gevolgen kunnen hebben {43}).

2. WAT IS PACKET-SWITCHING?

Een definitie van 'packet switching' is niet eenvoudig te geven. Maar als wij het begrip niet willen vervreemden van zijn afkomst (en dat is de denkwereld van Baran {1} en Davies {3, 19}), dan ligt het voor de hand aan 'packet switching' twee karakteristieke kenmerken te verbinden.

- Het eerste kenmerk is, dat er een min of meer vermaasd 'high-level-knooppunts netwerk' aanwezig is, dat op basis van 'store and forward switching' in staat is informatie in de vorm van packets in korte tijd van bron naar bestemming te loodsen. De lengte van deze packets mag een zekere maximumwaarde niet te boven gaan, en de packet opmaak moet nauwkeurig gedefinieerd zijn. Figuur 1 geeft een schematische voorstelling van zo'n gestandaardiseerde packet.

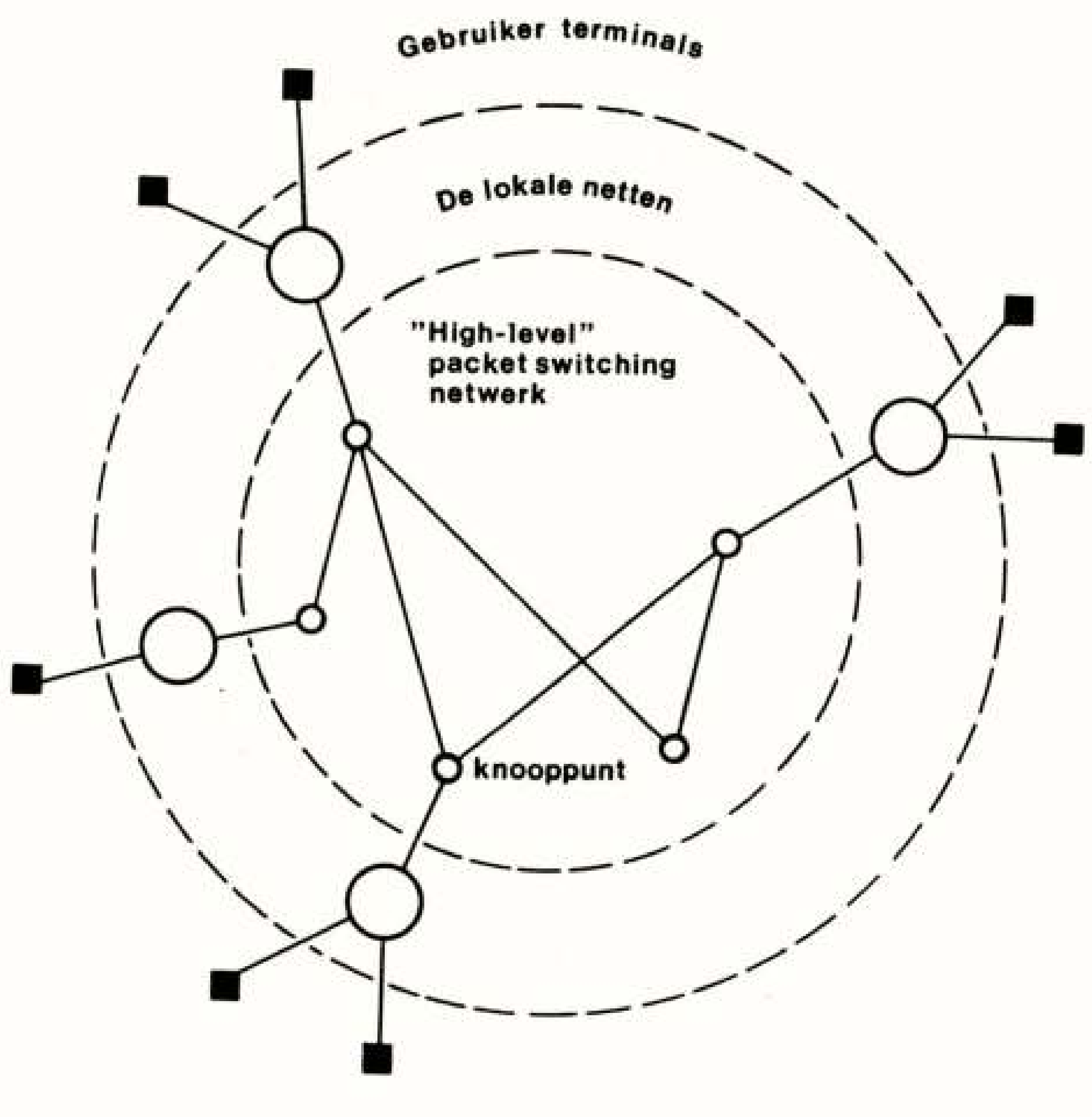
TYPE	BEST. ADRES	AFZ. ADRES	BESTURINGS INFORMATIE	TEKST	CHECK BITS

figuur 1: Voorbeeld van de opmaak van een packet.

- Het tweede kenmerk is dat de aanpassing van de verschillende technische karakteristieken van de netwerkgebruikers (terminals) aan het netwerk plaats vindt aan de rand van dat netwerk, zodat aan de 'binnenzijde' van het netwerk de onderlinge verschillen tussen terminals niet of nauwelijks meer zichtbaar zijn.

De korte doorlooptijd, welke genoemd werd in het eerste kenmerk, is één van de opvallendste aspekten van packet switching. Voor de gebruiker doet een packet switching netwerk zich dan ook voor als een message switching netwerk, dat geheel is toegespitst op het verwerken van conversationeel verkeer. Dit aspekt is zo belangrijk dat men vanuit het gebruikersstandpunt dit laatste zelfs als definitie van het begrip 'packet switching netwerk' zou kunnen beschouwen!

3. IDENTIFICATIE VAN HIERARCHISCH GEORDENDE NETWERK NIVEAU'S



figuur 2: De drie belangrijkste hierarchisch geordende niveau's in een packet switching netwerk.

Figuur 2 toon schematisch een packet switching netwerk. Daarin zijn van 'laag' naar 'hoog' (of, zo men wil, van 'hoog' naar 'laag'; zie Davies {19}, hoofdstuk 14) drie niveau's te onderscheiden:

- Het 'High-level' netwerk.
- De lokale netten, waarin de aanpassing aan de gebruikers plaats vindt.
- De gebruiker-terminals.

1^e^) Het 'high-level' netwerk

Dit is de binnenste laag, en bevat alleen een 'transiet' schakelfunctie. Het bestaat uit een aantal knooppunten, welke onderling verbonden zijn door trunk-circuits. De taak van een knooppunt bestaat uit:

- Het uitvoeren van data link procedures (zie appendix) op genoemde trunk-circuits.
- De analyse van het bestemmingsadres, d.w.z. alleen dat gedeelte van het adres, dat het knooppunt identificeert waar het packet het high-level netwerk zal moeten verlaten.
- Het op grond van dit bestemmingsadres bepalen welk uitgaand trunkcircuit gekozen moet worden.

Dit laatste wordt 'routering' genoemd. Elk knooppunt bezit daartoe een routeringstabel die aangeeft welk uitgaand circuit hoort bij welk bestemmingsadres. De spelregels die worden gehanteerd voor het vullen of wijzigen van deze tabel zijn bepalend voor het antwoord op de vraag of van 'statische' dan wel van 'dynamische' routering gesproken moet worden. Bij statische routering wordt zo'n tabel niet tussentijds gewijzigd. Hoogstens wordt een 'tweede keus' opengelaten als bepaalde trunklijnen uitgevallen of ernstig gestoord zijn (alternatieve routering). Bij dynamische routering wordt van tijd tot tijd (bijv. elke seconde) de inhoud van de tabel aan de eventueel gewijzigde omstandigheden aangepast. Deze gewijzigde omstandigheden kunnen veroorzaakt zijn door het gestoord zijn van een ander knooppunt, maar ook door een veranderd verkeerspatroon. De aantrekkelijkheid van dynamische routering hangt nauw samen met de mogelijkheid het routingsmechanisme in vergaande mate te decentraliseren. Zo blijkt het zelfs mogelijk te zijn het wijzigingsalgorithme zo te kiezen, dat een bepaald knooppunt geen enkele kennis hoeft te hebben van de topologie van het netwerk en zelfs niet van de identiteit van zijn direkte nabuurknooppunten {10, 13}.

Er is nog een andere karakteristiek van dit 'high-level' net. Omdat een packet-switching netwerk ook geschikt moet zijn voor conversationeel gebruik, wordt een uiterst korte doorlooptijd geëist. Daarom mogen de maximum afmeting van een packet en de lengte van de wachtrijen in de schakel-knooppunten voor de uitgaande trunk niet te groot worden, en moet voorkomen worden dat de packets om één of andere reden door het net gaan 'dwalen' (omdat bijv. het bestemmingsknooppunt niet bereikbaar is). Het in de hand houden van de wachtrijlengten kan alleen dan slagen, als de transmissie-capaciteit van de trunkcircuits voldoende groot wordt gekozen, maar er bovendien voor wordt gezorgd dat die packets, die het high level netwerk zijn binnengekomen, dit net aan de bestemmingszijde ook weer kunnen verlaten. Dit aspekt hangt nauw samen met de invoering van flow control protocols; hierop wordt in hoofdstuk 5 (en daarna) op teruggekomen.

2^{e}) De lokale netten

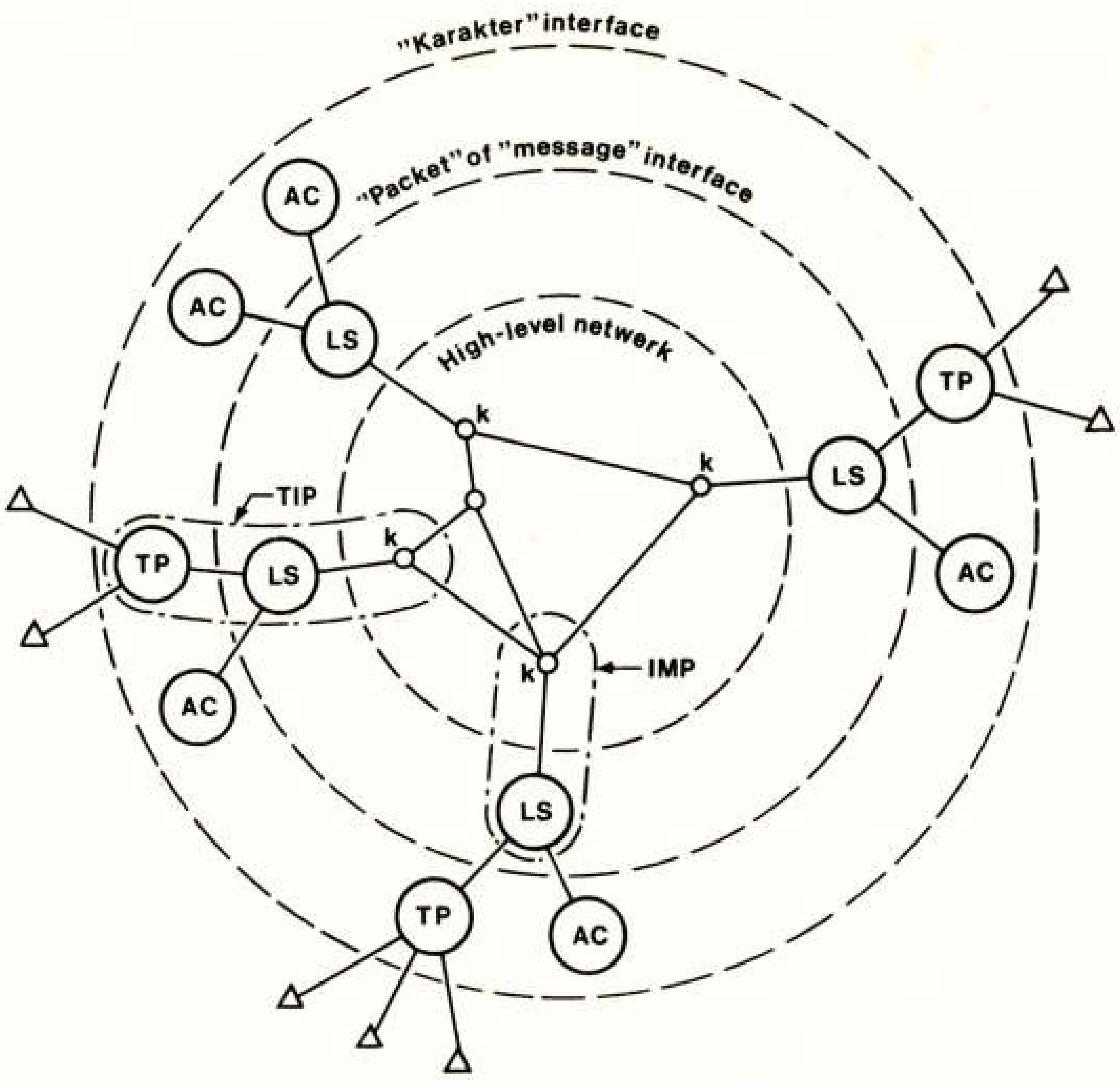
In de lokale netten vindt de aanpassing plaats tussen het 'high-level'-net en de gebruikers. Deze netwerk-'schil' bevat

- Een gedetailleerde administratie van alle adressen van gebruikers, die op het betreffende lokale verzorgingsgebied zijn aangesloten.
- Middelen om berichten afkomstig van de diverse soorten gebruiker-terminals om te zetten in packets die aan de netwerk standaard voldoen. Indien de gebruiker bijvoorbeeld berichten genereert (of wenst te ontvangen) die de maximum omvang van een packet te boven gaan, dan zullen deze lange berichten aan de zendzijde moeten worden opgedeeld in kleinere packets, terwijl aan de bestemmingszijde deze packets weer moeten worden geassembleerd tot de oorspronkelijke berichten. Dit wordt wel de 'message disassembly/assembly' funktie genoemd. Anderzijds, indien men een eenvoudige karakter-georienteerde terminal wenst aan te sluiten, dan zullen de 'druppelsgewijs' het net binnenkomende karakters geassembleerd moeten worden tot packets, en vice versa. Deze functie wordt wel de 'packet assembly/disassembly' functie genoemd.
- Middelen om gebruiker-procedures om te zetten in netwerk procedures. Het ligt voor de hand dat deze procedure-conversie functies eenvoudiger worden (of soms zelfs geheel kunnen vervallen) naarmate de gebruiker zich meer aanpast aan de netwerk procedures. Zo zal een gebruiker-computer of intelligente terminal, welke reeds een packet-georienteerde procedure bevat, eenvoudiger zijn aan te passen aan het 'high-level' netwerk dan een karakter-georienteerde verreschrijver of een computer-systeem waarvan de data communicatie software is gebaseerd op een of andere 'polling' procedure.
- Middelen om overbelasting en daarbij behorende congestie in het high-level netwerk te voorkomen. Hierbij wordt onder andere gedacht aan de hiervoor reeds genoemde flow control procedures. Deze procedures kunnen door het lokale net worden verzorgd, hoewel het ook denkbaar is dat de gebruikers dit zelf doen. Zie verder hoofdstuk 6.

3^{e}) De gebruiker-terminals

De gebruiker-terminals vormen de buitenste laag. Deze laag bevat alle functies die de gebruiker-terminals zelf moeten verrichten. Gebruiker-terminals kunnen variëren van zeer eenvoudige karakter-georienteerde verreschrijvers tot zeer geavanceerde computersystemen. Zonder een verdere detaillering van figuur 2 is het moeilijk hier algemene uitspraken over te doen.

Daarom stelt figuur 3 hetzelfde netwerk voor, maar nu is onderscheid gemaakt tussen eenvoudige karakter georienteerde terminals enerzijds (voorgesteld als: Δ), en applicatie-computers en intelligente terminals anderzijds (voorgesteld als: AC).



k = knooppunt (transiet centrale)
LS = Lokaal Schakelcentrum
AC = Applicatie computer of intelligente terminal
TP = (karakter-) terminal processor
Δ = karakter-georienteerde terminal

fig.3: Een iets verdere detaillering van figuur 2

Uit de figuur blijkt dat deze twee soorten gebruikers via een verschillende interface aan het net zijn aangesloten. Applicatie-computers ('HOSTS' in het ARPA-net {10}, 'User Machines' in het NPL-net {6}) krijgen een 'packet' of 'message' interface, terwijl karakter-georienteerde terminals een 'karakter-interface' krijgen. Het concept 'Terminal Processor' (TP) is nu ingevoerd om de omzetting van de ene interface naar de andere interface te verzorgen (zie ook hoofdstuk 6).

Het lokale schakelcentrum LS verzorgt de lokale routeringsfuncties en de lokale adreshuishouding en, samen met de andere lokale schakelcentra verzorgt of controleert het de end-to-end flow control procedures die het 'high-level netwerk' voor overbelasting moeten behoeden.

Knooppunten k, lokale schakelcentra LS, applicatie-computers AC en Terminal Processoren TP zijn uitsluitend functionele begrippen. Combinatie van meerdere functies in één enkele fysieke computer is mogelijk en dikwijls zelfs gewenst. Zo is een combinatie van een k en een LS aequivalent met een Interface Message Processor (IMP) in het ARPA-net {10}, of met een 'Packet Switch' {6} of Communications Processor {5} in het NPL-net. Een combinatie van een k, LS en TP levert een

Terminal Interface Processor (TIP) op in het ARPA-net {16}, terwijl in NPL publicaties een combinatie van een LS en een TP soms een 'Interface Computer' wordt genoemd {3, 5} (niet in de figuur aangegeven).

4. OVEREENKOMSTEN EN VERSCHILLEN MET MESSAGE SWITCHING

De overeenkomsten tussen Message Switching (M.S.) en Packet Switching (P.S.) netwerken zijn groot. Beide zijn gebaseerd op 'Store and Forward (S & F) switching. Dat wil zeggen dat eerst elk datablok in zijn geheel in het geheugen van een schakelcentrum moet zijn opgeslagen, alvorens dit datablok de centrale weer kan verlaten.

Door dit S & F concept zijn een groot aantal faciliteiten te realiseren:

- Het net kan snelheden, procedures en codes converteren.
- Binnen het net optredende transmissiefouten kunnen worden gedetecteerd en gecorrigeerd. (In het ARPA-net heeft men door toevoeging van 24 checkbits aan ieder packet bereikt, dat de kans op een ongedetecteerde fout zelfs niet meer meetbaar is {44}). Bovendien kunnen de gevolgen van storingen in schakelcentra dikwijls worden opgevangen door automatische omleiding (herroutering) van berichten. Beide factoren kunnen leiden tot een zeer grote betrouwbaarheid en beschikbaarheidsgraad van M.S. en P.S. netten.
- Gebruiker-computers kunnen aan het net worden aangesloten via slechts één data-circuit, ook als de binnenkomende en uitgaande datablokken afkomstig zijn van en bestemd zijn voor verschillende terminals of andere computers.
  Men kan zeggen dat deze interface gebaseerd is op 'message interleaving' of 'packet interleaving'.

De verschillen tussen M.S. en P.S. netten zijn meer kwalitatief dan principieel van aard. Zoals reeds gezegd is, moet de overdrachtsvertraging in P.S. netten uiterst kort zijn. (Als streefwaarde wordt vaak 1 seconde of minder genoemd). Bij M.S. systemen wordt deze eis over het algemeen niet gesteld. M.S. centrales bevatten vaak massageheugens en kunnen een grote mate van verantwoordelijkheid aanvaarden. Men kan de gebruikers garanderen dat aangeboden berichten ook daadwerkelijk op hun bestemming worden afgeleverd. Vaak kan men, zoals dat ook bij 'aangetekende post' het geval is, nog dagen later navraag doen naar(vermeend)zoekgeraakte berichten. Bij P.S. netten is dit niet mogelijk. Copieën van packets worden in het netwerk na aflevering terstond vernietigd. Maar aangezien het packettransport door het net zo snel is, hebben gebruikers in feite ook nauwelijks behoefte aan het 'aantekenen' van hun packets: een simpel retourneren van een 'bevestiging van ontvangst' door de ontvanger zelf heeft voor de gebruikers ook het gewenste resultaat.

De korte doorlooptijd van de packets maakt het mogelijk het netwerk ook voor 'conversationeel' of 'interactief' verkeer te gebruiken. Men kan zeggen dat op de reeds eerder genoemde 'packet interleaved' interface tussen een applicatie-computer en het netwerk meerdere 'conversaties' in TDM (time division multiplex) vorm plaats kunnen vinden, met dien verstande dat de toewijzing van kanaalcapaciteit aan een conversatie niet 'statisch' (d.w.z. volgens een vaste herhaalcyclus) maar 'dynamisch' (d.w.z. als er inderdaad data verkeer op dat moment is) plaats vindt.
Zo gezien gelijkt deze netwerkinterface veel op de interface tussen bijv. een time-sharing applicatie computer en een Front-End Processor (F.E.P.). Inderdaad, vanuit een applicatie computer kan een P.S. netwerk min of meer beschouwd worden als een soort 'geografisch gedistribueerde F.E.P. Want veel taken die nu door een F.E.P. worden verricht, kunnen door een P.S. netwerk worden overgenomen. Dit aspekt vooral heeft er toe geleid, dat openbare P.S. netten in de Verenigde Staten zich aan hun gebruikers presenteren onder de naam 'Value Added Networks' (VAN's) {20, 21, 22, 23}.

De korte doorlooptijd van de packets mag dan ten opzichte van M.S. een faktor van kwalitatieve aard zijn, het heeft wel consequenties voor de keuze van geschikte communicatie-protocols. Hierop zal in het volgend hoofdstuk verder worden ingegaan.

5. PROTOCOLS

Een protocol kan men definieren als de 'specificatie van de opmaak en relatieve timing van berichten die worden uitgewisseld tussen twee communicerende partners'{45}. Het zijn dus in feite de communicatie spelregels. Deze spelregels zullen uiteraard afhangen van de aard van de communicerende partners, en van het communicatiemedium daartussen. In een packet switching netwerk vinden we dan ook tussen twee aan elkaar grenzende netwerkniveau's bepaalde spelregels, die in protocols moeten zijn vastgelegd. Maar ook binnen één netwerkniveau vinden we bepaalde, voor dit niveau specifieke, protocols.

In het laatstgenoemde geval bevinden de communicerende partners zich binnen hetzelfde netwerk niveau (bijv. in het lokale netniveau). Dit wil echter niet zeggen dat deze partners geen gebruik zouden mogen maken van 'dieper' gelegen netwerk niveau's (bijv. het high-level net) als communicatiemedium. Dit kan wel degelijk het geval zijn, en men spreekt dan van 'end-to-end' protocols. Dieper gelegen netwerk niveau's behoeven van deze end-to-end protocols geen weet te hebben, en kunnen zich geheel 'transparant' ten aanzien hiervan gedragen.

Indien men de diverse soorten protocols, zoals die voorkomen in packet switching netwerken, nader be-

schouwt, dan blijkt dat deze protocols zich inhoudelijk in het algemeen toespitsen op één of meer van de volgende functies:

- De functie 'error control'.
- De functie 'sequence control'.
- De functie 'flow control'.

'Error control' is het mechanisme dat transmissiefouten detecteert en corrigeert. Foutendetectie is mogelijk doordat aan elk packet een aantal (meestal 16) redundante bits worden toegevoegd. Foutencorrectie geschiedt meestal door een of andere vorm van terugvragen van die berichten die fouten blijken te bevatten. De 'error control' functie wordt soms ook wel aangeduid als de bewaking van de 'intra-blok integriteit'.

'Sequence control' is het mechanisme dat de juiste onderlinge volgorde van de packets bewaakt, en tevens in staat is duplicaat-packets te herkennen en te vernietigen. Sequence control wordt soms ook wel aangeduid als de bewaking van de 'interblok integriteit'.

'Flow control' is het mechanisme dat de packet ontvanger in staat stelt de snelheid van de zendende partner, waarmee hij communiceert, in overeenstemming te brengen met de verwerkings- en buffercapaciteit van de packet ontvanger. (Het is in feite een vorm van 'packet-handshaking'.) Flow control voorkomt overbelasting van de ontvanger. Men kan bijvoorbeeld afspreken dat de verzending van een packet alleen dan is toegestaan, indien dit door de packet-ontvanger expliciet is opgevraagd. Maar ook veel efficientere en meer geraffineerde vormen van flow control zijn mogelijk {46}.

Beschouw nu opnieuw figuur 3. De verschillende netwerkknooppunten en de abonneeterminals zijn onderling verbonden door data-circuits.

'Error control' wordt nu in de eerste plaats gevonden op het niveau van deze data circuits, dat wil zeggen in de data link procedures (soms ook wel lijnprocedures of lijnprotocols genoemd), die de overdracht van packets over zo'n datacircuit verzorgen (zie de appendix). Men kan hierbij denken aan bijv. de trunkcircuits in het high-level net, maar ook aan de toegangscircuits voor bijv. applicatie-computers naar het lokale net.

'Sequence control' heeft alleen daar zin, waar berichten verwerkt worden. Dat is dus alleen bij de gebruiker, waarvoor de packets bestemd zijn. Als bijvoorbeeld terminal A zijn naar terminal B te zenden packets van volgnummers voorziet, dan is hetzij terminal B, of desgewenst zijn lokaal schakelcentrum, in staat een eventuele volgorde verwisseling te detecteren en te corrigeren. Ook de in hoofdstuk 3 genoemde message assembly/disassembly functie veronderstelt één of andere vorm van sequence control. Sequence control is een typische 'end-to-end' protocol functie, en het high-level netwerk dient zich ten opzichte hiervan geheel transparant te gedragen.

'Flow control' is een functie die nauw samenhangt met het bufferbeheer van de packet-ontvanger. Voorbeelden van packet-ontvangers zijn: een high-level netwerk knooppunt, een lokaal schakelcentrum of een gebruiker terminal. Flow control wordt dan ook toegepast op alle netwerk niveau's. Zo vinden we het bijvoorbeeld terug in de data link procedures tussen twee onderling verbonden high-level knooppunten (want als een knooppunt verzadigd raakt moet het in staat zijn al het binnenkomende verkeer tijdelijk af te houden), maar ook op de datalinks tussen de gebruikers en netwerk. Flow control komt bovendien voor in end-to-end protocols, bijv. tussen twee via het net communicerende applicatie-computers.

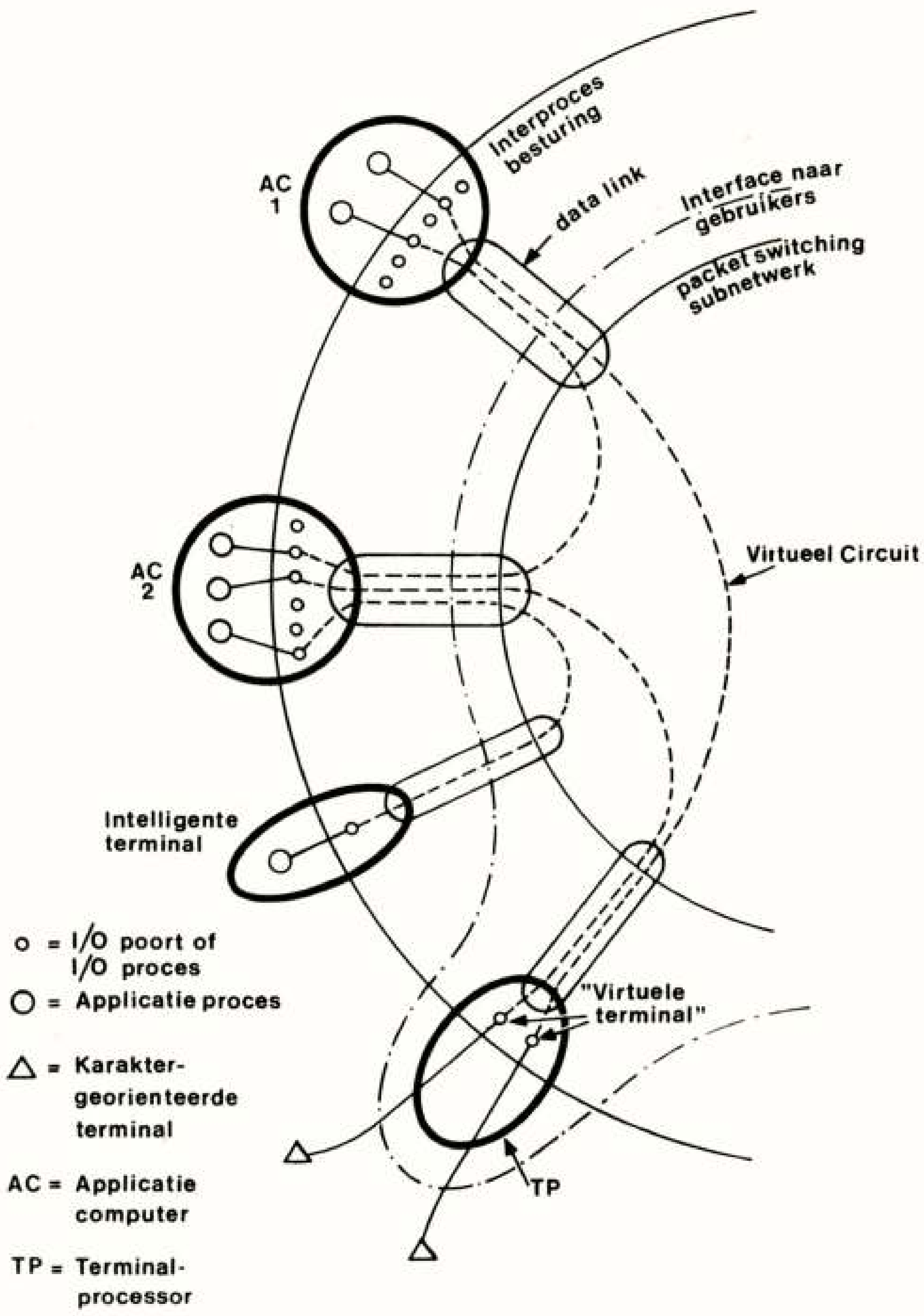
6. HET BEGRIP 'VIRTUEEL CIRCUIT'

Een 'virtueel circuit' is een ander woord voor een (gestandaardiseerd) end-to-end protocol op gebruikersniveau. Met behulp van zo'n protocol kunnen twee 'processen' met elkaar converseren.

Eerst een voorbeeld ter verduidelijking. Beschouw een time-sharing computer systeem, dat via een packet switching netwerk in conversatie is met een aantal (eenvoudige) terminals. Men kan zich nu afvragen of deze time-sharing computer gezien moet worden als slechts één netwerk gebruiker, of als een aantal netwerk gebruikers. Het kan nl. zijn nut hebben het begrip 'conversatie' te associeren met twee en slechts twee partners, terwijl het bovendien aantrekkelijk is af te spreken dat één communicerende partner slechts kan converseren met één enkele andere communicerende partner. Dit betekent, dat in ons voorbeeld de genoemde time-sharing computer evenveel 'gesprekspartners' voor de terminals bevat als er (actieve) terminals zijn.

Zowel vanuit het net als vanuit de gebruiker gezien levert deze benadering nauwelijks problemen op. Het betekent alleen dat de netwerk-'gebruiker' als gesprekspartner in de eerste plaats logisch dient te worden geïnterpreteerd. Een gesprekspartner kan dan direkt geassocieerd worden met het begrip 'proces' in de computer-literatuur (zie bijv. {19} blz. 471 e.v.). In ons voorbeeld wordt elke terminal dan geacht te converseren met zijn eigen 'proces' in de time-sharing computer.

Men kan deze visie ook generaliseren. Als het begrip 'conversatie' geassocieerd moet worden met logische begrippen zoals 'processen', dan is er alles voor te zeggen een packet switching netwerk in de eerste plaats te beschouwen als een 'inter-proces communicatie netwerk'.



figuur 4: Virtuele Circuits

Figuur 4 toont een niet nader gespecificeerd packet switching netwerk. Voorts zijn, als voorbeeld van mogelijke gebruikers, twee applicatie-computers (AC1 en AC2), één'intelligente' terminal en twee karakter geörienteerde terminals (Δ) weergegeven.
In de applicatiecomputers bevinden zich applicatieprocessen, die een conversatie kunnen voeren met processen in andere applicatie-computers, of met een intelligente terminal (welke in de figuur is voorgesteld als een applicatie-computer met slechts één applicatie-proces) of zelfs met een karakter georienteerde terminal. Voor al deze conversaties is een end-to-end protocol gedefinieerd. De speciale (systeem) software, die hiervoor nodig is, is in de figuur weergegeven als een 'interproces besturing'. Het is een (nieuw) hierarchisch netwerkniveau, dat zich bevindt tussen het applicatieniveau en het packet switching subnetwerk (dit subnetwerk wordt begrensd door de 'packet interface' van figuur 3). In dit 'interproces besturingsgebied' dat in eerste instantie door de gebruikers in onderling overleg zal moeten worden geimplementeerd, zijn een aantal hulpprocessen gedefinieerd, die in de figuur zijn weergegeven als 'I/O-poorten' of 'I/O-processen'. Zo'n hulpproces verzorgt het end-to-end communicatieprotocol voor zijn specifieke applicatieproces.

Men kan zeggen, dat de communicerende I/O-processen 'verbonden' zijn door middel van 'virtuele circuits' Deze virtuele circuits zijn in de figuur voorgesteld als gestreepte lijnen.
Tussen de applicatie computers en het netwerk bevinden zich 'data links'. Zo'n data link is weergegeven als een specifiek procedureel 'domein' (het domein van de data link procedures). De figuur laat zien dat één data link gelijktijdig meerdere virtuele circuits kan geleiden (multiplexen). De data links gedragen zich geheel transparant ten opzichte van de bij het virtueel circuit behorende end-to-end protocol.

Het begrip 'virtueel circuit' (en het daarvan nauwelijks te onderscheiden begrip 'virtueel circuit protocol') is een term die in CCITT veel wordt gehanteerd (zie bijv. {45}). Daarnaast wordt ook wel de aan EPSS ontleende naam 'virtual call' gebruikt. NPL gebruikt er de naam 'logical channel' voor {6}, maar in CCITT zijn voorstellen gedaan {45} deze uitdrukking, naast het woord 'sub-address', te gebruiken voor identificatie van een 'I/O-poort' in figuur 4.
Het ARPA-net gebruikt voor het begrip 'virtueel circuit' het woord 'link' (hetgeen niet in overeenstemming is met de algemeen geaccepteerde opvatting dat een (data) link betrekking heeft op procedures over niet meer dan één data circuit). Cyclades noemt het een 'liaison' {39}, terwijl IBM het begrip in zijn 'Systems Network Architecture' doopte met de naam 'session' {47}.
Een virtueel circuit protocol dient, zo werd reeds opgemerkt, in de terminal-apparatuur (applicatie-computers, intelligente terminals) van de gebruikers te worden geimplementeerd. Het zal echter duidelijk zijn dat dit niet kan worden verwacht van de meer eenvoudige terminals (bijv. de karakter-georienteerde verreschrijvers). De figuur laat nu zien, dat dit probleem kan worden opgelost door de inschakeling van een zogenaamde 'Terminal Processor' (TP), die, hoewel onder beheer staande van het netwerk (zie de in de figuur aangegeven 'interface naar gebruikers'), toch de verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van het end-to-end virtueel circuit protocol op zich neemt. De TP bevat evenveel terminal I/O-processen (in de figuur aangeduid als 'virtuele terminals') als er (actieve) terminals zijn.

Deze kunstgreep illustreert, dat er voor het subnetwerk (zie de figuur) nu inderdaad alleen nog sprake is van 'interproces-communicatie', zoals ook reeds in het begin van dit hoofdstuk is gesuggereerd. De studie van interprocescommunicatie problemen in computer-netwerken en de studie van packet switching netwerken hangen inderdaad nauw met elkaar samen. En het is ook daarom dat de vergelijking tussen packet switching enerzijds en circuit switching anderzijds zo moeilijk is. Packet switching impliceert niet alleen een ander type netwerk, het impliceert tevens een ander type service.

7. DE BETEKENIS VAN VIRTUELE CIRCUITS VOOR TOEKOMSTIGE OPENBARE PACKET SWITCHING NETWERKEN

In de rapporteursgroep 'packet switching' van CCITT commissie VII (de commissie die zich bezighoudt met nieuwe openbare data netten) zijn de discussies rond de vraag, of 'virtuele circuits' als 'faciliteit' (en dus de standaardisatie van het daarbij behorende protocol) in openbare datanetten moet worden opgenomen, voorlopig nog niet geëindigd. Want het blijkt een nogal controversiële materie te zijn. De toekomstige gebruikers van het net (althans voorzover zij zich laten horen via organisaties als I.S.O., ECMA en IFIP) zien de noodzaak van het implementeren van virtuele circuits als netwerkfaciliteit niet in. Voor hen is een end-to-end protocol weliswaar onmisbaar, maar zij vragen zich af waarom een openbaar data net zich daar mee moet inlaten {48, 49}. Deze gebruikers tonen daarentegen veel belangstelling voor een huns inziens veel aantrekkelijker alternatief: de zogenaamde 'datagram-faciliteit'. Bij deze faciliteit beschouwt het netwerk elk aangeboden packet als op zichzelf staand, en kan het dus niet associeren met welk end-to-end protocol dan ook.
Van PTT-zijde dringt men daarentegen juist sterk aan op de standaardisatie van een virtueel-circuit protocol als netwerk faciliteit. (Het engelse standpunt gaat zelfs zo ver, dat men een datagram en het daarbij behorende response-packet wenst te beschouwen als een 'single interaction' {30}, dat wil zeggen: een zeer kortstondig levend virtueel circuit). Men heeft hiervoor drie redenen:

1^e^) Een gestandaardiseerd virtueel circuit protocol heeft een katalyserende werking op de standaardisatie van end-to-end protocols in het algemeen. (Dit argument is interessant, maar zal waarschijnlijk op velen weinig indruk maken).

2^e^) Alleen bij gebruik van een gestandaardiseerd virtueel circuit protocol is het netwerk in staat de uitvoering van het protocol desgewenst van de gebruiker over te nemen. De noodzaak daartoe is significant als ook eenvoudige karakter-georienteerde terminals op het net moeten worden aangesloten.

3^e^) De derde reden vindt zijn wortels in de overtuiging dat de standaardisatie van een virtueel circuit protocol van betekenis kan zijn voor de vermijding van verkeerscongestie binnen het netwerk. Immers, bij dreigende netwerk-congestie zou men in de eerste plaats die packet-bronnen willen weren, die relatief veel beslag leggen op netwerk-buffers. Het is echter zonder het vastleggen van een virtueel circuit protocol uiterst moeilijk deze packetbronnen te vinden. Men moet zich daarbij realiseren dat de snelheid waarmee een zendende gebruiker packets genereert nauwelijks een aanwijzing is.

Want netwerkoverbelasting wordt met name veroorzaakt door die conversaties, waarbij de snelheid van de packet-zendende gebruiker niet is aangepast aan de snelheid van de packet-ontvangende gebruiker. Welnu, alleen bij gebruikers, die zich hebben vastgelegd op een gestandaardiseerd virtueel circuit protocol, is controle aan de ingang van het netwerk mogelijk in relatie met het packet-afleveringsproces aan de elders gelegen netwerk-uitgang. Zo is in het EPSS-net {29, 30} en in het ARPA-net {10, 14} een virtueel circuit protocol gedefinieerd dat het aantal in het netwerk aanwezige packets per virtueel circuit beperkt tot acht. Daardoor is monopolisering van netwerkbuffers door slechts enkele virtuele circuits onmogelijk geworden. En bij dreigende overbelasting kan het netwerk eventueel besluiten de veel moeilijker controleerbare 'datagrammen' het eerst uit het netwerk te weren.

Waartoe dit opinie-conflict tussen PTT's enerzijds en gebruikers anderzijds uiteindelijk zal leiden is niet goed te voorspellen. Vermoedelijk zullen de gebruikers wel gaan inzien dat de acceptatie van een netwerk virtueel circuit protocol ook zijn voordelen heeft. Want het netwerk kan buffers reserveren voor, en dus een hoge graad van service garanderen aan ieder die van de virtueel circuit faciliteit gebruik maakt. En dat lijkt tevens in het belang van de gebruiker zelf.

8. DE RELATIE TUSSEN MESSAGE-SWITCHING, PACKET-SWITCHING EN CIRCUIT SWITCHING

In dit hoofdstuk zal worden geprobeerd iets over de onderlinge relatie te zeggen van deze switching methoden, voorzover dit relevant is voor de keuze van een juiste basis voor toekomstige openbare data netwerken. We kunnen dan allereerst vaststellen, dat message switching nauwelijks in aanmerking komt. Een message switching netwerk leent zich moeilijk voor conversationeel ('short response') verkeer, en voorzover dit wel het geval is, gedraagt het zich als packet switching!

Blijft dus over de relatie packet switching versus circuit switching. Het doen van uitspraken over deze relatie is echter voorlopig een nogal hachelijke onderneming. Want een goede vergelijking zal gebaseerd moeten zijn op factoren die zowel het type service als de economische aspekten ervan betreffen. En bij deze economische aspekten moeten zowel de te verwachten kosten van de service zelf als de eventueel te bereiken besparingen in de gebruiker-apparatuur worden betrokken. De afweging van deze faktoren is niet eenvoudig, temeer als men bedenkt dat voor kleine gebruikers dit wellicht geheel anders zal uitvallen dan voor grote gebruikers.

De situatie wordt nog onoverzichtelijker als men de faktor 'afstand' er in betrekt. Het is te verwachten dat packet switching als alternatief van circuit switching voor grote afstanden aantrekkelijker is dan voor kleine afstanden. Maar de numerieke waarde van de afstand waarbij dit 'kantelpunt' ligt is sterk technologie-afhankelijk, en zal in de komende jaren ongetwijfeld nog aanzienlijk afnemen {50}.

	Message Switching	Packet Switching	Circuit Switching
overdrachts vertraging	-	+	++
lijn-'efficiency'	++	+	ergens tussen □ en --*)
invloed van transmissiefouten	+	+	--
snelheid conversie	+	+	--
alfabet conversie	+	+	--
procedure conversie	+	+	--
'tracing'	+	-	--
gedrag bij overbelasting	toenemende overdrachtsvertraging	?	toenemende blokkeringskans
++ = zeer goed; + = goed; □ = redelijk; - = matig; -- = slecht			

*) Dit hangt sterk af van de opbouwtijd van de verbinding.

TABEL 1

Tabel 1 toont een vergelijkend 'overzicht' tussen de drie switching methoden. Er is afgezien van economische aspekten; alleen enkele specifieke karakteristieken zijn vergeleken. Zoals de tabel laat zien is gekozen voor een 'consumentengids' benadering, en de tabel geeft dan ook alleen een ruwe indicatie van de onderlinge verschillen.

Het gedrag bij netwerk-overbelasting uit zich bij message switching geheel anders dan bij circuit switching, zoals uit de tabel blijkt. Bij packet switching staat een vraagteken. Het zal na lezing van voorgaande hoofdstukken duidelijk zijn dat een antwoord op deze vraag pas kan worden gegeven, als de discussies rond de flow control problematiek tot meer eenstemmigheid tussen de verschillende opvattingen hebben geleid.

9. BESLUIT

Packet switching biedt een mogelijkheid, het dienstenniveau van toekomstige datanetten op te trekken tot boven dat van circuit switching. Maar de medaille heeft ook een keerzijde. Zo is het te verwachten, dat het ontwerp van toekomstige packet switching netten bemoeilijkt zal worden door het feit, dat van het verkeersgedrag van de toekomstige gebruikers nog weinig bekend is. Klassieke wachtrij-modellen, welke veelal gebaseerd zijn op het 'Poisson'-karakter van het aangeboden en afgeleverde verkeer, gaan niet goed meer op. Bovendien wordt de invloed van end-to-end flow control protocols op het verkeer systematisch verwaarloosd (al zijn er uitzonderingen {51}).

En wat de evaluatie van protocols in het algemeen betreft, ook hier is de 'toestand' niet veel beter. Een technisch-wetenschappelijke basis ervoor ontbreekt nagenoeg geheel en de ontwikkeling van protocols vindt gewoonlijk 'ad hoc' plaats (alhoewel ook voor dit punt de aandacht groeiende is {52, 53}).

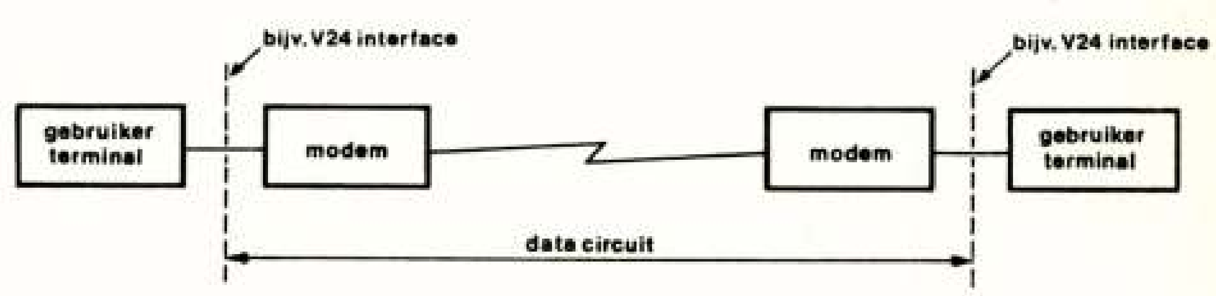
Intussen zullen op korte termijn de particuliere en openbare packet switching netten, die nu reeds operationeel zijn of dit spoedig zullen worden, de nodige praktische ervaringen van netwerk-ontwerpers en gebruikers opleveren. En deze ervaringen zouden bij de voortgaande discussies over de merites van het verschijnsel 'Packet Switching' wel eens van grote betekenis kunnen zijn.

APPENDIX

DE BEGRIPPEN DATA CIRCUIT EN DATA LINK

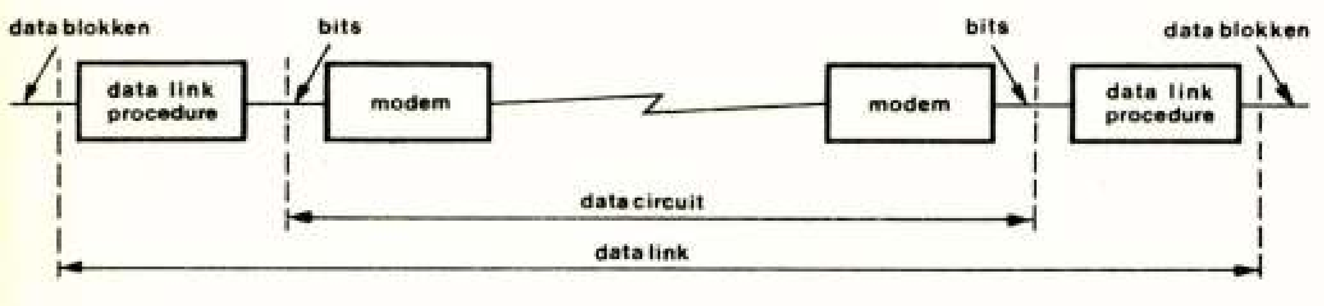
In het voorgaande artikel werden de begrippen 'data circuit' en 'data link' bekend verondersteld. In deze appendix zal worden getracht de aan deze begrippen toegekende inhoud nader te omschrijven. Er is hierbij zoveel mogelijk rekening gehouden met de betekenis die in C.C.I.T.T. doorgaans aan deze begrippen wordt gegeven.

1. Een <u>data circuit</u> is te beschouwen als een medium voor datatransmissie, waaraan een duidelijk gespecificeerde transmissiecapaciteit, uitgedrukt in bits per seconde, wordt toegekend. Deze transmissiecapaciteit staat ter beschikking van de gebruiker, ongeacht of hij deze daadwerkelijk benut of niet. Een data circuit begint en eindigt bij de interface tussen 'modem' en 'gebruiker' {54} (zoals bijvoorbeeld beschreven is in aanbeveling V24 van C.C.I.T.T. {55}).
Een data circuit kent (afgezien van de elektromagnetische propagatietijd) slechts een zeer kleine, maar constante, vertragingstijd. Zie figuur 5.



figuur 5

2. Een data link is te beschouwen als de 'logische associatie van twee stations, welke onderling verbonden zijn door middel van hetzelfde data circuit' {56}. Tot een data link behoren de data communicatie procedures, die de overdracht van datablokken over dit data circuit besturen. Deze procedures (protocols) worden 'Data Link Control Procedures' of kortweg 'Data link procedures' genoemd, en verzorgen met name de detectie van transmissiefouten en de daarop volgende herhaling van de foutief ontvangen datablokken (in hoofdstuk 5 aangeduid als 'error control').
Een voorbeeld van een data link control procedure is de door ISO reeds gedeeltelijk gestandaardiseerde HDLC (High-level Data Link Control) procedure {57, 58}. Deze procedure beperkt zich inderdaad tot de overdracht van datablokken over één circuit. Figuur 6 toont schematisch de relatie tussen een data circuit en een data link.



figuur 6

Men kan zeggen dat een data circuit het transport van data verzorgt op 'bit-niveau', terwijl een data link met behulp van een data link procedure (of protocol) in staat is 'datablokken' foutvrij te transporteren over één (en niet meer dan één) data circuit. Procedures (protocols) die de overdracht van data regelen via één of meer 'store and forward' schakelcentra (dus via meer dan één data circuit) zijn van een ander (hoger) niveau en behoren niet tot het domein van de data link procedures. Een voorbeeld hiervan is een 'virtueel circuit'.

3. Een virtueel circuit is een (end-to-end) protocol. (zie aanvang hoofdstuk 6). Het woord is afkomstig uit een geheel andere wereld, n.l. de wereld van de computer-communicatie. In eerste instantie heeft een 'virtueel circuit' dan ook niets met een data circuit of met een data link procedure te maken.
In de ogen van vele transmissie-specialisten is hier sprake van een nogal merkwaardig woordgebruik en dit heeft dan ook reeds de nodige verwarring en misverstanden opgeleverd.

LITERATUUR

1. Paul Baran: 'On Distributed Communications Networks' IEEE Trans. on Comm. Systems, March 1964, pp. 1-9. Dit artikel werd eerder gepubliceerd als RAND Memorandum RM 3420 PR.
2. Zie het 'Postscript' aan het slot van Referentie 1.
3. D.W. Davies, K.A. Bartlett, R.A. Scantlebury and P.T. Wilkinson: 'A digital Communication Network for Computers giving Rapid Response at Remote Terminals'. A.C.M. Symposium on Operating System Principles, Gatlinburg 1967.
4. R.A. Scantlebury: 'A model for the Local Area of a Data Communication Network. Objectives and Hardware Organization'. A.C.M. data communication symposium, Pine Mountain, Georgia, October 1969.
5. R.A. Scantlebury and P.T. Wilkinson: 'The Design of a Switching System to allow remote Access to Computer Services by other Computers and Terminal Devices'. ACM/IEEE 2nd symposium on Probl. in the Opt. of Data Comm. Systems. Palo Alto, California 1971, pp. 160-167.
6. R.A. Scantlebury and P.T. Wilkinson: 'The NPL data communications network'. ICCC 74, Stockholm, pp. 223-228.
7. T. Marill and L.G. Roberts: 'Toward a Cooperative Network of Time-shared Computers'. FJCC 1966, pp. 425-431.
8. L.G. Roberts: 'Multiple Computer Networks and Intercomputer Communication'. ACM Symposium on Operating System Princ. (Gatlinburg 1967).
9. L.G. Roberts and B.D. Wessler: 'Computer Network Development to achieve Resource Sharing'. SJCC 1970, pp. 543-549.
10. F.E. Heart, R.E. Kahn, S.M. Ornstein, W.R. Crowther and D.C. Walden: 'The Interface Message Processor for the ARPA-computer network'. SJCC 1970, pp. 551-564.
11. L. Kleinrock: 'Analytic and simulation methods in computer network design'. SJCC 1970, pp. 569-579.
12. H. Frank, I.T. Frisch, and W. Chou: 'Topological Considerations in the design of the ARPA computer network'. SJCC 1970, pp. 581-587.
13. H. Frank, E. Kahn and L. Kleinrock: 'Computer communication network design - Experience with theory and practice'. SJCC 1972, pp. 255-270.
14. J.M. McQuillan, W.R. Crowther, B.P. Cosell, D.C. Walden, and F.E. Heart: 'Improvements in the design and performance of the ARPA-network'. FJCC 1972, pp. 741-754.
15. F.E. Heart, S.M. Ornstein, W.R. Crowther, W.B. Barker: 'A new mini-computer/multiprocessor for the ARPA-network'. AFIPS Conf.Proc. Vol.42, 1973, pp. 529-537.
16. S.M. Ornstein, F.E. Heart, W.R. Crowther, H.K. Rising, S.B. Russel and A. Michel: 'The Terminal IMP for the ARPA computer network'. SJCC 1972, pp. 243-254.
17. S.D. Crocker, J.F. Heafner, R.M. Metalfe, J.B. Postel: 'Function-oriented protocols for the ARPA Computer Network'. SJCC 1972, pp. 271-279.
18. C.S. Carr, S.D. Crocker and V.G. Cerf: 'Host-Host Communication protocol in the ARPA-network'. SJCC 1970, pp. 589-597.
19. D.W. Davies and D.L.A. Barber: 'Communication Networks for Computers'. John Wiley & Sons, London 1973.
20. 'VANS-Value Added Network Services', Telecommunications, nov. 1973, pp. 43-50.
21. 'Specialized Communications', Telecommunications, sept. 1974, pp. 19-34. (See pages 24 (Graphnet), 28 (Packet Communication Inc.) and 32 (Telenet Comm. Corp.)).
22. 'Public Packet-switched Networks'. Datamation, July 1974, pp. 85-87.
23. Dr. L.R. Talbert (president PCI): 'Communications are too much with us'. 1974 Wescon Technical Papers, Vol.17. Paper presented at the Western Electronic Show and Convention in San Fransisco, Sept.11-14, 1973.

24. Datapac: Standard Network Access Protocol (SNAP). Trans-Canada Telephone System, 30 nov. 1974. De inhoud hiervan is ook verwerkt in: CCITT Com. VII, Contributies 181 t/m 185.
25. R.C. Belton and M.A. Smith: 'Introduction to the British Post Office Experimental Packet-Switching Service'. POEEJ Jan. 1974, pp. 216-218.
26. D.E. Hadley and D.W.F. Medcraft: 'Experimental Packet-Switched Data Transmission Service: Network Design and Implementation. POEEJ, July 1974, pp. 88-92.
27. R.C. Belton and J.R. Thomas: 'The United Kingdom Post Office Packet Switching Experiment'. ISS 74, Munchen, pp. 237/1 - 237/7.
28. D.F. Pearson and D. Wilkin: 'Some design aspects of a public packet switched network'. Communications International, nov. 1974, pp. 17-24.
29. C.F. Broomfield: 'The experimental Packet Switched Service'. ACM Computer Communications Review, July 1975, Vol.5, nr.3, pp. 2-11.
30. W. Neil, M.J. Spooner and E.J. Wilson: 'Experimental Packet-Switched Services: Procedures and protocols'. Part 1: 'Packet Formats, Facilities and Switching', POEEJ, Jan. 1975. pp. 232-239.
31. Idem, Part 2: 'Transmission Procedures', POEEJ, April 1975, pp. 22-28.
32. Idem, Part 3: 'Operation of Asynchronous Terminals', POEEJ, july 1975, pp. 110-117.
33. R. Després: 'RCP, the experimental packet switched data transmission service of the French PTT'. ICCC 74, Stockholm, Augustus 1974, pp. 171-185.
34. A. Danet, R. Després, B. Jamet, G. Pichon and P.Y. Schwarz: 'Packet Switching in a public transmission service: the TRANSPAC network'. The European Computing Conference on Communications Networks, London, September 1975. On line. pp. 331-347.
35. K. Hirota, M. Kato and Y. Yoshida: 'A design of a packet switching system'. ICCC 74, Stockholm, augustus 1974, pp. 151-162.
36. G. Alarcia and S. Herrera: 'CTNE's Packet Switching Network. Its applications'. ICCC 74, Stockholm, augustus 1974, pp. 163-170.
37. G. Brandt and G.J. Chretien: 'Methods to control and operate a message switching network'. Symp. on Comp. Communication Networks and Teletraffic. Brooklyn, April 4-6, 1972, pp. 263-276.
38. Phil Hirsch: SITA: 'Rating a Packet-Switched Network'. Datamation March 1974, pp. 60-63.
39. Zie o.a.: L. Pouzin: 'Presentation and Major Design Aspects of the Cyclades Computer Network'. Data Networks Analysis and Design. 3rd data communication symposium IEEE. St. Petersburg, Florida, 13-15 nov. 1973, pp. 80-87.
40. D.L.A. Barber: 'The European Computer Network project'. Computer Communications, Impact and Implications. ICCC 72, oct. 24-26, Washington.
41. G.W.P. Davies: 'Euronet Project'. The European Computing Conference on Communication Networks, London, September 1975. Online. pp. 229-239.
42. 'European data net takes shape'. Financial Times, 16 sept. 1975.
43. 'European data comms net may amalgate'. Electronics Weekly, no. 792, 19 nov. 1975.
44. Computer Networks. Courant Computer Science Symposium 3. Nov. 30 - Dec.1 1970. Edited by R. Rustan, Prentice Hall, New Yersey. (Voor statistische gegevens over transmissiefouten in het ARPA-net, zie blz. 164).
45. CCITT-COM VII Contribution 237: Rapporteur's group on Packet Switching. Report of the 5th meeting, Geneva, 16-19 September 1975.
46. Robert E. Kahn and W.R. Crowther: 'Flow control in a resource-sharing Computer Network'. IEEE Trans. Comm. Vol.COM-22. No.5. May 1974.
47. Systems Network Architecture. General Information. IBM-Manual GA 27-2102-0 Filnr. 5370-09, Jan. 1975.
48. Louis Pouzin: 'Virtual Call issues in network architectures. The European Computing Conference on Communications Networks, London, sept. 1975, Online 1975. pp. 603-618.
49. IBM Europe: 'Public data networks operating in packet mode'. CCITT Com.VII, Contribution 226, sept. 1975.
50. L.G. Roberts: 'Data by the Packet'. IEEE Spectrum, February 1974.
51. M.C. Penotti and M. Schwarz: 'The control of congestion in message switched networks'. Conf.Rec. ICC 1974, June 17-19, Minesota, USA, pp.20C,1-5.
52. H. Frank: 'Computer Networks, (a summary of a discussion session). Networks, Vol.5, nr.1, Jan.'75 pp. 69-73.
53. G.V. Bochmann: 'Logical Verification and implementation of protocols'. 4th Data Comm. Symposium, 7-9 October 1975, Quebec Canada. (IEEE Catalog in 75 CH 1001-7 DATA).
54. I.T.U.-C.C.I.T.T. Green book, Vol.VIII, Datatransmission pag. 33.
55. Idem, pagina 92 en verder.
56. Procedures for the use of the communication control characters of American National Standard Code for Information Interchange in specified communication links. ANSI x 3.28 - 1971.
57. ISO Draft International Standard ISO/DIS 3309.2: Data Communication.High level data link Control Procedures-Frame structure.
58. ISO DP 4335: High level data link control Procedures. Proposed Draft International Standard on Elements of Procedures.

Dit artikel was niet tot stand gekomen zonder de inspirerende kontakten en discussies met vele specialisten uit diverse industriegroepen en research laboratoria van het Philips Concern. Ook is dank verschuldigd àan de heren W.F. Brok en F. Booy van het Dr. Neher Laboratorium voor het kritisch lezen en becommentariëren van het manuscript, en aan Ans Kuijer, die met toewijding het typewerk heeft verricht.
Het artikel is gebaseerd op een voordracht, welke gehouden werd op 25 februari 1975 op de TH te Eindhoven tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG, de Benelux Section IEEE, de sectie voor Telecommunicatietechniek KIVI en het Nederlands Rekenmachine Genootschap.

ONTWERP VAN EEN GEINTEGREERDE OPERATIONELE VERSTERKER MET VERBETERD HOOGFREQUENT GEDRAG.

Ir.J.H.Huijsing en Ir.F.Tol
Technische Hogeschool Delft, afd. Elektrotechniek
Philips Gloeilampen Fabriek B.V., Eindhoven.

Het ontwerp van een geïntegreerde operationele versterker, die een grote bandbreedte combineert met een hoge uitgangsstroom, wordt beschreven. De uitgangstrap is uitgerust met uitsluitend NPN-transistoren, die in klasse-AB worden gestuurd. De middentrap bevat een spanningsniveau-verschuiver met een stroomoverdracht van 1 maal, die door middel van het split-frequency-band principe voldoende breedbandig gemaakt is.
Een geïntegreerde versie, bedoeld voor het voeden van 50Ω coaxiale netten, haalt een bandbreedte van 25MHz en een uitgangsstroom van 100mA. Het principe biedt de mogelijkheid om veel hogere uitgangsstromen te realiseren.

I Inleiding.

In het uitgebreide assortiment van monolithisch geïntegreerde operationele versterkers, ontbreekt een type dat een grote bandbreedte combineert met grote uitgangsstromen. Voor dat type bestaan echter wel toepassingen, bijvoorbeeld het voeden van 50Ω coaxiale netten. De voornaamste oorzaak voor het ontbreken van dit type versterker is de slechte kwaliteit van de PNP-transistoren in het standaard IC proces.

Dit artikel beschrijft het ontwerp van een monolithische operationele versterker, die het HF-probleem aanpakt door het gebruik van uitsluitend NPN transistoren in de eindtrap en het split-frequency-band principe voor de middentrap.

De versterker kan in drie trappen gesplitst worden: ingangs-,midden-en uitgangstrap. De ingangstrap bevat een standaard long-tailed-pair configuratie; deze zal niet in detail beschreven worden. De middentrap en de uitgangstrap zullen besproken worden in respectievelijk het tweede en derde deel van deze publicatie. Het totale circuit en de meetresultaten worden gegeven in respectievelijk het vierde en vijfde gedeelte.

II De middentrap.

De middentrap vervult de taak van spanningsniveau-verschuiver en levert verder de nodige spanningsversterking. Een niveau verschuiving is in universeel toepasbare versterkers nodig omdat de uitgangsspanning zowel positief als negatief kan zijn t.o.v. de CM-ingangsspanning. De eenvoudigste oplossing zou zijn een long-tailed PNP-transistorpaar achter het long-tailed NPN-ingangs-paar te schakelen. De slechte HF-eigenschappen van de laterale PNP's beperken in dat geval de frequentie-responsie tot enkele M Hz. Verscheidene ideeën zijn verwezenlijkt door onderzoekers om deze beperking te ontgaan:

1°. Het gebruik van PNP's met betere HF-eigenschappen.

2°. Het gebruik van P-channel FET's in de ingangstrap, gecombineerd met NPN's in de tweede trap [1].

De beide methoden 1°en 2°vereisen extra diffusie stappen naast het standaard proces.

3°. Een weerstand, aangestuurd door een stroombron waarvan de stroom bepaald wordt door een gepaarde weerstand [2] .

4° Feedforward capaciteiten over de laterale PNP's, gecombineerd met interne stroom terugkoppeling [3,4] .

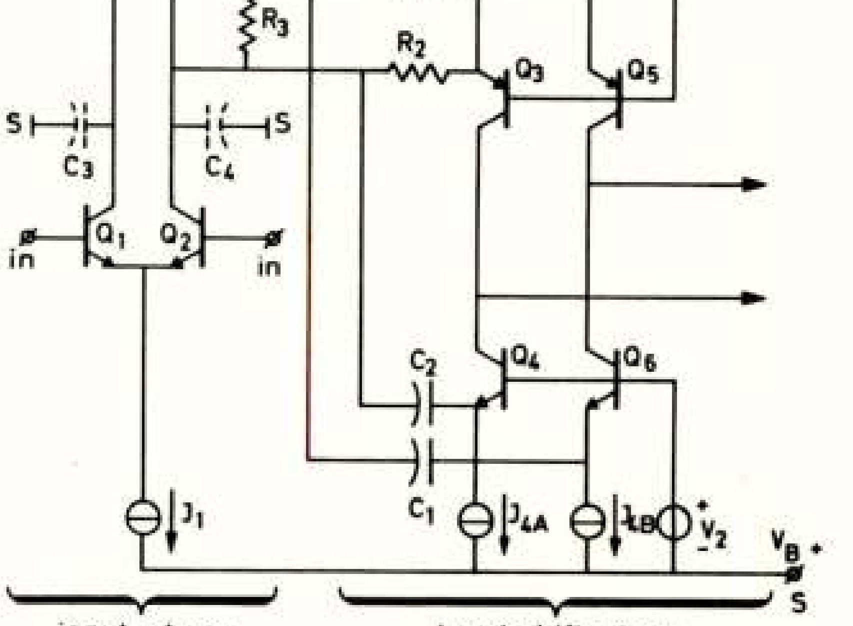


Fig.1. Spanningsniveau-verschuiver met all-pass netwerken en transistoren in gemeenschappelijke basis schakeling.

Een alternatieve methode is gegeven in Fig.1. De

complementaire uitgangen van de ingangstrap worden gevolgd door twee identieke niveau verschuivers. Iedere verschuiver bestaat uit een RC all-pass netwerk en een PNP- en NPN-transistor in gemeenschappelijke basis schakeling. Het all-pass netwerk verdeelt de stroom uit één kant van de ingangstrap over de emitters van de PNP-en NPN-transistor. Bij frequenties beneden de kantel-frequentie van het all-pass netwerk passeert de stroom voornamelijk de weerstand en de PNP-transistor, terwijl bij hogere frequenties de stroom voornamelijk de condensator en de NPN-transistor passeert. Indien de kantel-frequentie van het RC-netwerk ver genoeg onder de afsnij-frequentie van de PNP-transistor in geaarde basis-schakeling ligt, zal de stroomoverdracht van de middentrap de waarde 1 benaderen voor het gehele frequentie-gebied; van DC tot aan de afsnij-frequentie van de NPN-transistor in geaarde basisschakeling. Op deze wijze ontstaat een vlakke amplitude karakteristiek, die nodig is voor een grote bandbreedte en korte settling-time [4].

Bij frequenties onder de kantelfrequentie van het all-pass netwerk, zal een verlies in stroomoverdracht optreden van 10°/o ten gevolge van basisstroomverlies in de PNP-transistor. Bij frequenties boven de kantelfrequentie veroorzaken de paracitaire capaciteiten C_3 en C_4 aan de ingangen van de netwerken een stroomlek van 30°/o. Dit percentage wordt bepaald door de verhouding van de parasitaire capaciteiten en de feedforward capaciteiten van het all-pass netwerk. De resulterende stap van 20°/o in de frequentie karakteristiek kan verminderd worden door een overeenkomstig stroomverlies bij lage frequenties te introduceren, door middel van een weerstand R_3 over de ingangen van de all-pass netwerken. De laagfrequent overdracht wordt nu bepaald door de weerstandsverhouding $R_3/(R_3+R_2+R_1)$.

Op deze wijze is een relatief eenvoudige, volledig gebalanceerde niveau verschuiver verkregen met goed HF-gedrag.

III De uitgangstrap.

De uitgangstrap van de meeste operationele versterkers bestaat uit een complementair transistor paar, zoals Fig.2 toont. In een standaard monolithisch proces is de onderste doorgaans een substraat PNP, omdat deze een hogere stroomversterking heeft en een beter HF-gedrag dan de respectievelijke eigenschappen van een laterale PNP. Het gedrag van een substraat-PNP blijft slechter dan dat van een NPN-transistor. Daarom heeft het zin te zoeken naar een uitgangscircuit met uitsluitend NPN's. Een zodanig circuit [5,6], dat voorgesteld is, gebruikt twee Darlington-paren NPN-transistoren, waarvan het onderste paar rechtstreeks gestuurd wordt, terwijl het bovenste paar indirect gestuurd wordt door de uitgangsstroom van het onderste paar.

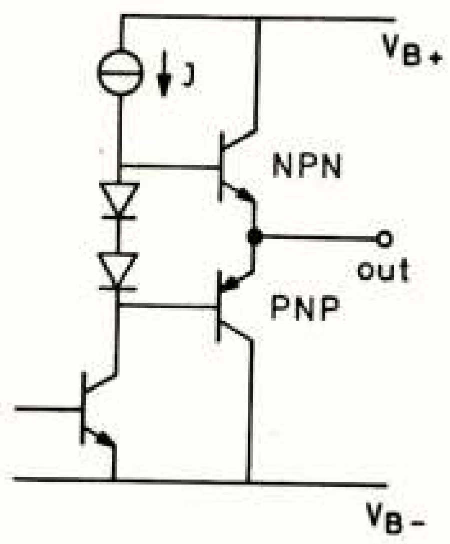


Fig.2. Klasse-B uitgangstrap met complementaire NPN-en PNP-transistoren.

Het extra tijdverlies voor het sturen van het bovenste paar vermindert echter de hoogfrequent responsie van de versterker.

In het ontwerp van deze publicatie zijn twee Darlington NPN-transistorparen in push- pull geschakeld. Beide paren worden direct gestuurd door de uitgangen van de middentrap. Het principe is geschetst in Fig.3.

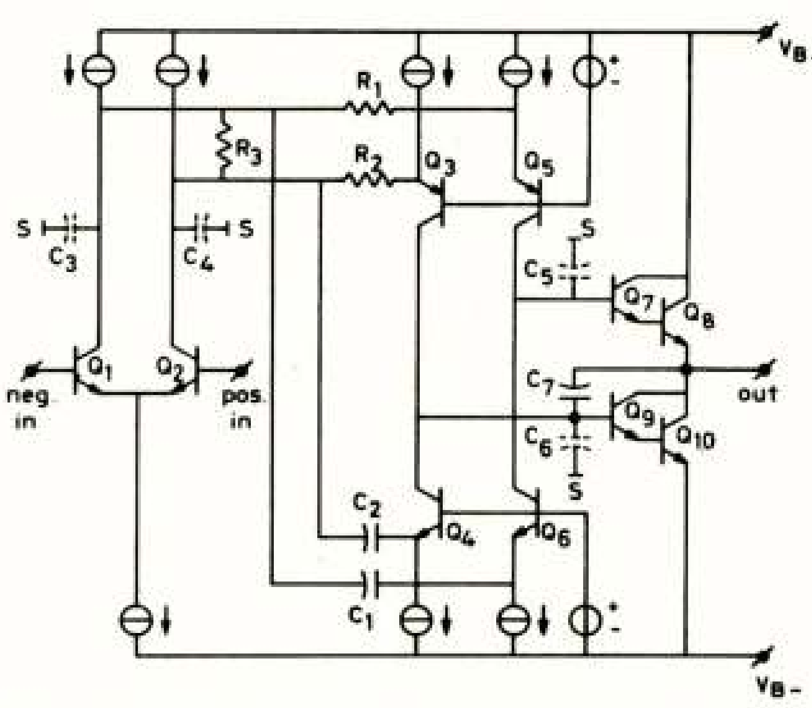


Fig.3.Voorwaartse signaalwegen van de operationele versterker met verbeterd HF-gedrag.

Eerst zal het differentiële gedrag behandeld worden; daarna het common-mode gedrag.

Het bovenste Darlington-paar gedraagt zich als een spanningsvolger, terwijl het onderste paar als een signaal-invertor werkt. In Fig.4 zijn de transistor paren apart in beeld gebracht. Indien verondersteld wordt, dat de paren door ideale stroombronnen gestuurd worden, dan kan eenvoudig aangetoond worden dat beide paren gelijke transimpedanties (behalve het teken) en gelijke uitgangsimpedanties bezitten. De transimpedantie Z_t wordt gedefinieerd door het quotiënt van de uitgangsspanning V_o en de ingangsstroom I_o. De transimpedantie van ieder paar is bij benadering gelijk aan de parallelimpedantie van de basis-collector capaciteit C van de linker

transistor en een weerstand R tussen de basis en collector van deze transistor, die het Early effect vertegenwoordigt.

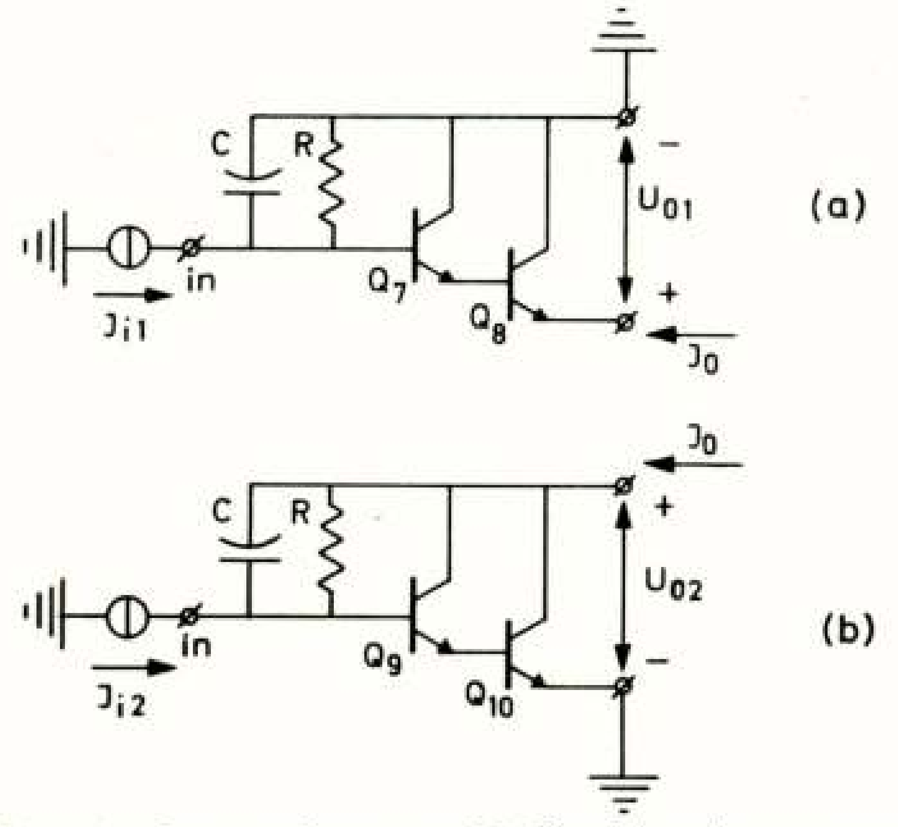


Fig.4. De push-en pull-Darlington paren uitgangstransistoren: (a) spannings-volger,(b) invertor. Beide paren hebben ongeveer gelijke transimpedanties ($Z_t \approx R//C$) en gelijke uitgangsimpedanties ($Z_o \approx Z_t/\beta^2$).

De uitgangsimpedantie Z_o van elk paar is bij benadering gelijk aan de transimpedantie Z_t gedeeld door de stroomversterkingsfaktor β^2 van het Darlington paar.

De afname met 6dB per octaaf van de amplitude karakteristiek van de operationele versterker ontstaat door de genoemde capaciteit C. Voor een identiek HF-gedrag zowel bij grote positieve als grote negatieve uitgangsstromen dienen de capaciteiten van het bovenste en onderste paar gelijk te zijn. Ieder der sturende stroombronnen heeft, in de praktijk, ook een parasitaire parallel capaciteit, respectievelijk C_5 en C_6 in fig.3. Voor wat betreft het bovenste paar staat C_5 parallel aan de basis-collector-overgang en verkleint daardoor de transimpedantie. Maar bij het onderste paar staat C_6 parallel aan de basis-emitter junctie, wat een verwaarloosbaar klein effekt heeft. Teneinde de ontstane onbalans te voorkomen is een extra capaciteit C_7 tussen de basis-collector-overgang van het onderste paar opgenomen.

Deze handelwijze resulteert in een uitgangscircuit met goede en symmetrische HF-eigenschappen.

De veelbelovende hoogfrequent eigenschappen van de eenvoudige configuratie van fig.3 moedigt ons aan om verder te zoeken naar een geschikte rustinstelling van de uitgangstrap. De oplossing wordt in fig.5 getoond. De push-en pull-stromen I_{11} en I_{12}, die de uitgangstransistoren voeren worden gemeten door twee transistoren Q_{11} en Q_{12}. Deze transistoren, zijn als diodes geschakeld in serie met de geleiders van de uitgangstransistoren naar de uitgangsklem. Indien we veronderstellen dat de emitterstromen voldoen aan de relatie $I_E = I_S \exp(qV_{BE}/kT)$, waarin I_S de inverse verzadigingsstroom van de diode is,q de lading van een electron, k de konstante van Boltzmann en T de gemeenschappelijke junctie-temperatuur, dan is de somspanning V_S over de twee diodes evenredig met de logarithme van het produkt van de push-en pullstroom:

$$V_S = (kT/q) \text{ en } (I_{11} I_{12} / I_{S11}\, I_{S12}). \qquad (1)$$

Indien de somspanning V_S op een konstante waarde geregeld wordt, wordt ook het product van de push- en pullstroom (I_{11} I_{12}) op een konstante waarde geregeld. Voor dit doel zijn twee paren regeltran-

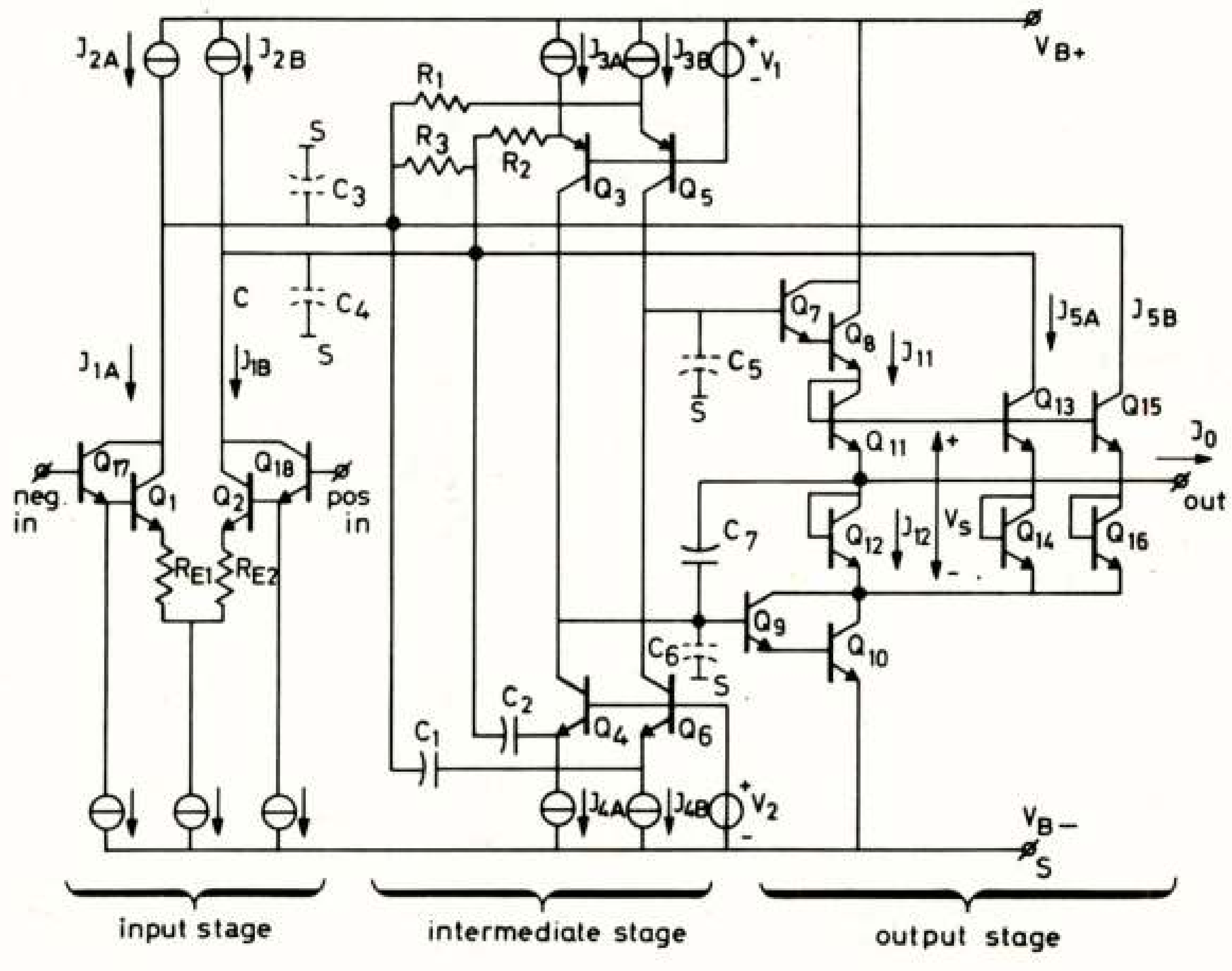


Fig.5. Vereenvoudigd schema van de operationele versterker met verbeterd HF-gedrag.

sistoren Q_{13},Q_{14} en Q_{15},Q_{16} opgenomen, die door de somspanning V_S gestuurd worden. De onderste transistor van elk paar is als diode geschakeld in serie met de emitter van de bovenste transitor. De stromen I_{5A} en I_{5B} door deze transistoren voldoen aan de relatie:

$$I_{5A} = I_{5B}, \qquad (2)$$

$$V_S = (kT/q) \text{ en } (I_{5A}\, I_{5B} / I_{S13}\, I_{S15}) \qquad (3)$$

Indien de stromen I_{5A} en I_{5B} afgetrokken worden van de ingangsstromen van de niveau verschuivers, ontstaat een regellus voor common-mode stromen. De lusversterker wordt gevormd door de niveau verschuivers en de Darlington uitgangstransistoren. De regeling is zodanig dat de niveau verschuivers voldoende stroom overdragen voor een juiste sturing van de uitgangstransistoren. De resterende common-mode stromen (geschreven zonder indices) voldoen nu aan de vergelijking:

$$I_5 = I_2 + I_3 - I_1 - I_4. \qquad (4)$$

Uit de vergelijkingen (1),(2) en (3) is af te leiden dat de push- en pullstroom I_{11} en I_{12} voldoen aan de betrekking:

$$I_{11}\, I_{12} = I_5^2\, (I_{S11}\, I_{S12} / I_{S13}\, I_{S14}). \qquad (5)$$

De uitgangsstroom is gelijk aan:

$$I_o = I_{11} - I_{12}. \qquad (6)$$

In fig.6 is de relatie van de push-en pullstroom met de uitgangsstroom in beeld gebracht. De konstante waarde van het produkt van de push-en pullstroom maakt dat de overname van de uitgangsstroom

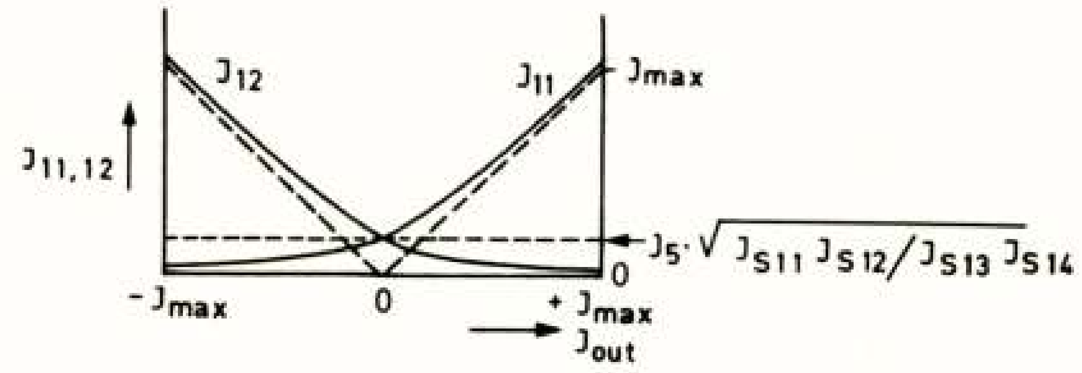


Fig.6. Push-en pullstroom als funktie van de uitgangsstroom.

door deze stromen vloeiend verloopt. Er is dus weinig klasse-B distorsie te verwachten. De regellus voor de common-mode stromen bevat slechts elementen met een goed HF-gedrag, inclusief de niveau-verschuivers, zodat verwacht mag worden dat de klasse-B instelling tot hoge frequenties goed funktioneert.

IV Totaalcircuit.

Het complete schema is opgenomen in fig.7. De ingangstrap met Darlington NPN-transistoren is voorzien van relatief kleine emitter-degeneratie weerstanden voor het verhogen van de slew-rate.

De niveau-verschuiver is voorzien van een balancerings aansluiting op beide emitters van de PNP's. Voor experimentele doeleinden is de weerstand R_3, tussen de ingangen van de all-pass netwerken, weggelaten. Het effect van deze weerstand kan ook verkregen worden door een weerstand R, die uitwendig tussen de balanceringsklemmen wordt aangesloten. Dit is in de meetresultaten van fig.11 tot uitdrukking gebracht.

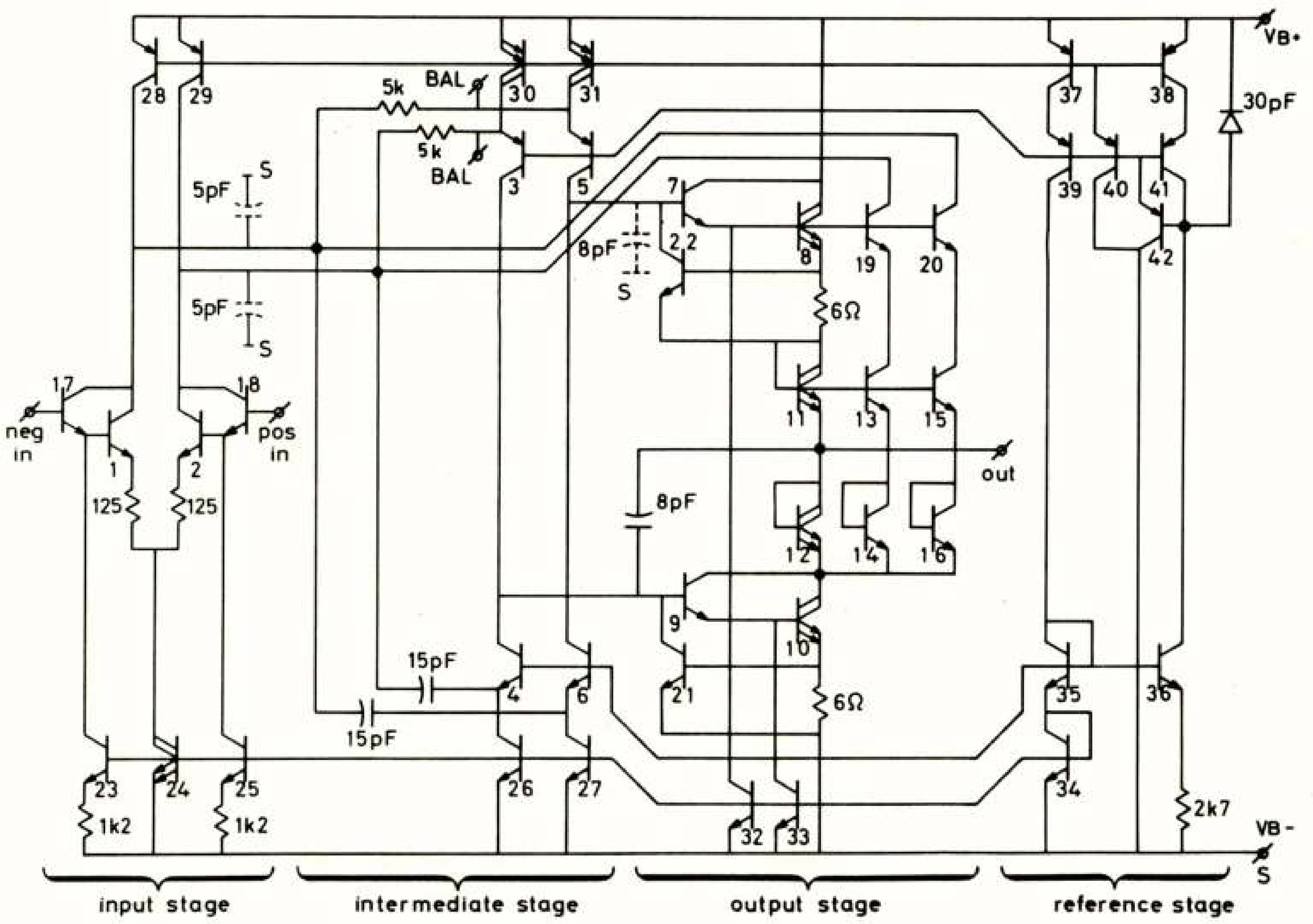


Fig.7. Compleet schema van de operationele versterker met verbeterd HF-gedrag.

De uitgangstrap is met enkele transistoren uitgebreid. Twee transistoren Q_{19} en Q_{20} cascoderen de collectors van respectievelijk Q_{13} en Q_{15}. Deze cascodering vermindert het effekt van ongewenste koppeling van de uitgangsspanning variatie op de differentiële stromen in de tussentrap. Verder zijn twee transistoren Q_{21} en Q_{22} aan de uitgangstrap toegevoegd, die de uitgangsstroom begrenzen. Iedere transistor heeft een stroom-meet-weerstand over de basis-emitter junctie, die in serie geschakeld is respectievelijk met de uitgangs push- en pullstroom.Indien één van deze stromen een zekere waarde overschijdt, in dit geval ongeveer 120mA, dan gaat de overeenkomstige transistor geleiden, waardoor de stuurstroom voor de betreffende transistor wordt weggenomen.

Rechts in het schema bevindt zich de insteltrap, die alle instel stromen en spanningen van de versterker verzorgt.

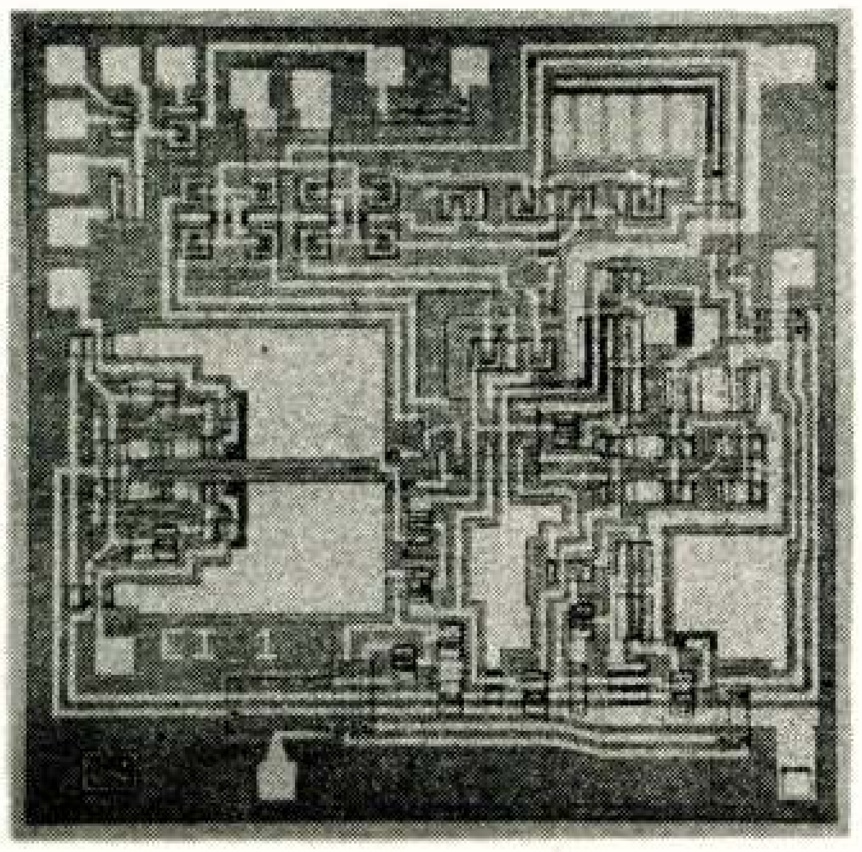


Fig.8. Microfoto van de chip.

De microfoto van de chip in fig.8 laat de lay-out zien. De meest opvallende delen zijn de feedforward capaciteiten van de all-pass netwerken, links op de chip die symmetrisch om de ingangstrap gelegd zijn. De uitgangstransistoren zijn op het rechter gedeelte van de chip gesitueerd, symmetrisch t.o.v. de symmetrielijn van de ingangstrap. Met het oog op de meetfunctie van de als diode geschakelde transistoren Q_{11} en Q_{12}, wordt een lage verzadigingsspanning van deze transistoren gevergd. Dit is verkregen door het gebruik van de begraven-laag en collector-wall diffusie faciliteiten van het toegepaste integratie proces en door de keuze van ruime afmetingen van deze transistoren. De chip, met afmetingen van $2{,}1 \times 2{,}1$ mm^2 is gemonteerd in een TO 5 behuizing.

Meetresultaten.

Fig.9 laat het bovenste deel van het Bode-diagram zien van de open-lus versterker. De fase marge is 50° bij 18MHz, waar de amplitude karakteristiek de o-dB-lijn snijdt. De laagfrequent versterking is ongeveer 10^4.

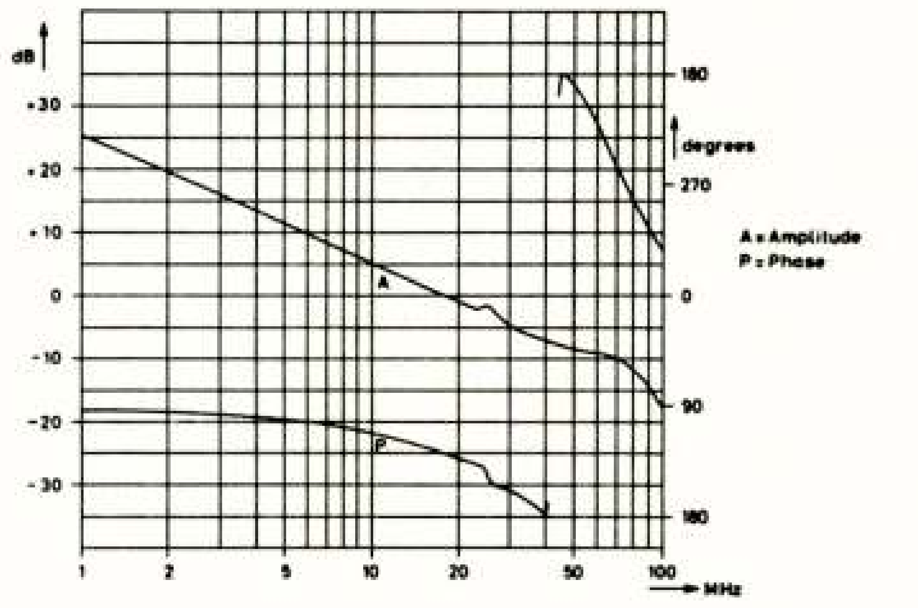


Fig.9. Bodediagram van de open-lus versterker.

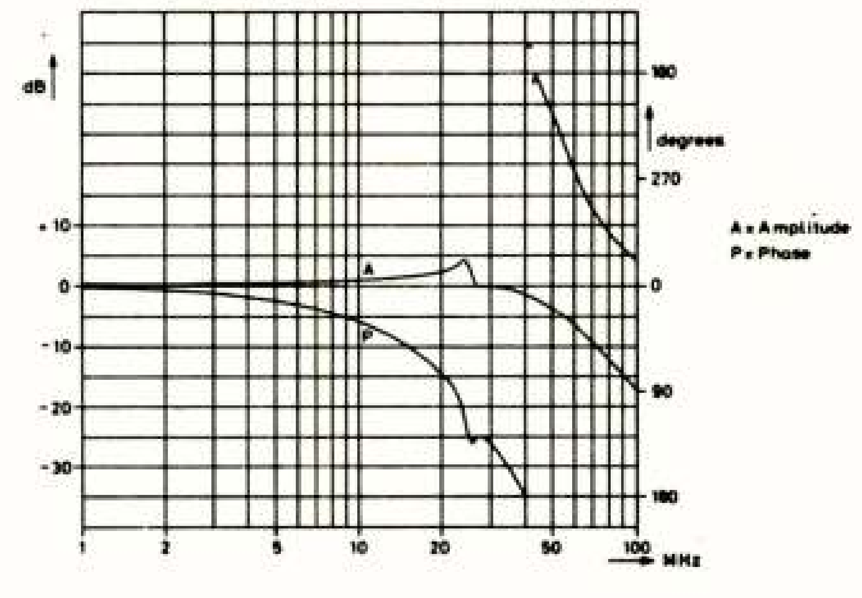


Fig.10. Bodediagram van de één maal versterker

Fig.10 geeft het Bode-diagram van de als spanningsvolger geschakelde operationele versterker. De amplitude karakteristiek vertoont een opslingering van 4 db en een bandbreedte van ongeveer 45 MHz.

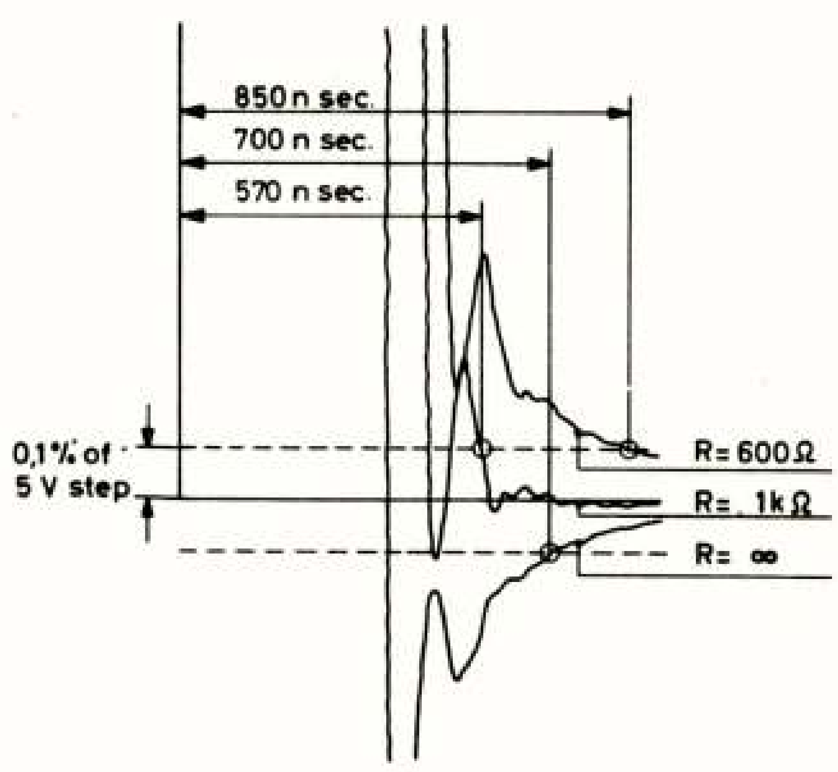


Fig.11. Afwijking van een 5V-stap responsie bij een -1 maal versterkende configuratie.

Fig.11 toont de afwijking van een 5-Volt stap-responsie in een -1 maal versterkende configuratie. De settling-time bij een nauwkeurigheid van 0.1°/o is 700 n sec, indien de niveau verschuiver ongecompenseerd is. Indien een compensatie weerstand R van ongeveer 1kΩ tussen de balancerings aansluitingen geschakeld wordt, daalt de settling-time tot 560 n sec. De slew-rate bedraagt ongeveer 20V/μsec.

De belangrijkste eigenschappen worden in tabel 1 samengevat.

Tabel 1: Meetresultaten.

Parameter	Specifieke waarde
open-lus versterking (300Hz)	$1,2 \times 10^4$
-3dB freq (open-lus)	25 MHz
fase-marge	50 graden
slew-rate	20 V/μsec
uitgangsstroom (max)	100 mA
uitgangsspanning (max)	± 7 V
voedingsspanning	± 12 V
CMRR	110 dB
ingangs bias-stroom	500 nA
ingangs offset-stroom	100 nA
ingangs offset-spanning	3 mV
ingangs spanningsdrift	30 μV/°C
uitgangs impedantie (300 Hz)	500 Ω

Conclusies.

Het konsekwent gebruiken van slechts NPN-transistoren in de voorwaartse signaalweg, in het bijzonder bij hoge frequenties, gecombineerd met een gebalanceerde configuratie van de ingang af tot aan de uitgang toe, heeft geleid tot het ontwerp van een versterker die een grote uitgangsstroom combineert met een grote bandbreedte. De maximale uitgangsstroom van deze experimentele IC is beperkt tot ongeveer 100 mA. Het principe voorziet echter in een geïntegreerde operationele versterker met veel hogere uitgangsstromen dan 100 mA, gecombineerd met een grote bandbreedte.

Een volgend ontwerp, gebaseerd op dezelfde principes, waarin de ingangs-en uitgangsfuncties gescheiden worden door een tussen-versterker is nog in studie. Deze versterker zal een hogere gelijkstroomversterking hebben (10^5) en een hogere slew-rate (50V/μsec).

De schrijvers zijn het Natuurkundig Laboratorium van Philips te Eindhoven, in het bijzonder de heer A.Schmitz, dank verschuldigd voor het maken van de versterker in het monolithisch integratie proces.

Referenties.

1. G.R.Wilson,"A monolithic Junction FET-NPN Operational Amplifier," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol SC-3,no.4,Dec.1968, pp 341-348.

2. E.S.Narayamurthi,"New High-Speed Monolithic Operational Amplifier," IEEE Journal of Solid-State Circuits,vol SC-6,no.6,April 1971,pp 71-76.

3. R.J.v.d.Plassche,"A wide-Band Operational Amplifier with a New Output Stage and Simple Frequency Compensation," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol SC-6, no.6, Dec.1971,pp 347-352.

4. P.R.Gray and R.G.Meyer,"Recent advances in Monolithic Operational Amplifier Design," IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol CAS-21,no.3, May 1974, pp 317-327.

5. Th.M.Frederiksen and J.E.Solomon,"A high-Performance 3-Watt Monolithic Class-B Power Amplifier,"IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol Sc-3, no.2, June 1968, pp 152-160.

6. P.R.Gray,"A 15-W Monolithic Power Operational Amplifier," IEEE Journal of Sold-State Circuits, vol SC-7, no.6, Dec. 1972.

Voordracht gehouden op het symposium "Ontwerpen en Realiseren in de Electronica" op 21 mei 1975 op de Campus Technische Hogeschool Twente te Enschede, georganiseerd door het NERG (246 ste werkvergadering) en de Benelux-sectie IEEE.

VARIA

PERSONALIA

Samenvatting van de inaugurale rede van Prof. Ir. A.Kok, gewoon hoogleraar in de communicatie techniek, gehouden 20 november 1975 op de T.H.T.

Communicatietechniek geïntegreerd

Uit de historie van de oudste tak van de telecommunicatietechniek worden een aantal principes naar voren gebracht, die ook nu nog betekenis hebben voor moderne systemen.

digitale signaaloverdracht
parallel-seriecodering
het tijdverdelingsprincipe
het afdrukken van tekens
regeneratie

Daarnaast worden nog een aantal andere ontwikkelingen gememoreerd, die hebben bijgedragen tot de huidige inzichten omtrent de grondslagen voor de communicatietechniek. Daartoe behoren onder andere de toepassing van het bemonsteringstheorema en het digitaliseren van de bemonsteringswaarden.



In de techniek van telecommunicatie-centrales is de ontwikkeling van computerbestudering als een belangrijke stap voorwaarts te zien.

De mogelijkheid om op basis van tijdverdeling zowel transmissie als schakeltechniek te bedrijven biedt een interessante mogelijkheid tot technische integratie van beide.

Over integratie wordt verder uitgeweid vanuit een aantal verschillende gezichtspunten.

Naast integratie van schakeltechniek en transmissie komen integratie van diensten, integratie van besturing en de integrale telecommunicatieaansluiting aan de orde. Daarbij wordt gekonstateerd dat er veelal een kloof ligt tussen het beeld dat men zich vormt op basis van het nieuwe, technisch mogelijke en de wat starre realiteit. Spreker suggereert dat systematischer dan tot nu toe aan het overbruggen van deze kloof zou moeten worden gewerkt in meer integrale probleemstelling onder integrale verantwoordelijkheid.

Samenvatting van de inaugurale rede van Prof. dr. M.P.H. Weenink, gewoon hoogleraar in the theoretische elektrotechniek, gehouden op 21 november 1975 op de THE.

"Modellen en methode, begrippen en begrijpen".

"Modellen en methoden, begrippen en begrijpen". Dat is het motto van de intreerede van prof.dr. M.P.H.Weenink. Hij geeft allereerst een antwoord op de vraag, wat men precies onder theoretische elektrotechniek moet verstaan. Modelvorming is hierin het belangrijkste aspect. Een theoretische ingenieur moet bij een kwalitatief technische conceptie een theoretisch model kunnen opstellen, waaruit hij conclusies kan trekken betreffende parameters als afmetingen, toleranties, materiaalkeuze, gevoeligheid voor storingen. Hij moet er voor waken het model niet buiten zijn geldigheidsgebied toe te passen.

Theorie en experiment moeten elkaar wederzijds stimuleren, ze zijn van elkaar afhankelijk.

In de theoretische elektrotechniek kan men onderscheid maken tussen mathematische en fysische modellen. Analogieën vormen een belangrijk hulpmiddel voor een theoreticus.



De plasmafysica, het tweede belangrijke onderwerp uit de rede, is een discipline die er zich bijzonder goed toe leent om er modelvorming in te leren hanteren. Om het gecompliceerde gedrag van een plasma te begrijpen moet men wel met modellen werken. Begrijpen kan men op verschillende niveaus. Dit wordt toegelicht aan de hand van het fascinerende probleem van de zogenaamde Landaudemping van plasmagolven.

De theoretische plasmafysica is als het ware een doos van Pandora voor een theoreticus omdat er allerlei verschillende mathematisch-fysische methoden in worden toegepast.

BOEKENNIEUWS

Dr. Ir. A.P. Bolle
Modulatie en codering in de telecommunicatie.
Uitg. Nijgh en Van Ditmar, 's-Gravenhage-Rotterdam, 1974.

In dit boek heeft de auteur getracht de aspecten van modulatie (betrekking hebbend op FDM en TDM systemen) en codering (onderverdeeld in broncodering en kanaalcodering) uit hetzelfde gezichtspunt te behandelen. Na een inleiding in de modulatietechnieken (AM, FM en Fasemodulatie) wordt via systemen voor pulsmodulatie overgegaan tot de digitale systemen, met toepassing van code-omzetters en foutencorrigerende codes. Dat hierop in een elementair studieboek van 140 pagina's slechts summier kan worden ingegaan is zonder meer duidelijk. Desalniettemin wordt door de auteur aan problemen als ruisonderdrukking bij frequentiemodulatie en het exacte bewijs van het bemonsteringstheorema uitvoerig aandacht geschonken en dit beschouw ik als een van de meest waardevolle aspecten van dit boek.

Het is jammer dat de definities van fundamentele begrippen als modulatie, analytisch signaal, coherente detectie, orthogonaliteit of stoorgevoeligheid veel te summier zijn en dat dit bij studerenden bij het Hoger Technisch Onderwijs, waarvoor dit boek allereerst bestemd is, te gauw tot een verkeerde interpretatie zal kunnen leiden. Ook het gebruik maken van betrekkingen die in dit boek niet worden bewezen, leiden gemakkelijk tot verwarring. De weergave, op de band, van één van de formules uit de informatieteorie welke in dit boek niet worden afgeleid, is daarom ook minder geslaagd. De wens van de auteur tot volledigheid (bijv. tot uiting komend in de slotopmerking dat er naast blokcodes ook convolutiecodes bestaan, waarop echter niet zal worden ingegaan) zal zo weinig verhelderend werken bij degene die dit boek voor zelfstudie ter hand neemt.

Het is te hopen dat een aantal onvolledige definities bij een volgende druk gecorrigeerd zal worden. Wanneer een student op pagina 18 leest dat bij frequentie-modulatie de amplitude van de draaggolf constant is en op pagina 36 dat deze niet constant is doch afhankelijk van de modulatie-index M, is het voor hem een (weliswaar leerzame) puzzle van welke definities in beide gevallen sprake is. Een volgende puzzle dient zich dan aan op pagina 40 wanneer er sprake is van een tussenfase- en frequentiemodulatie en zelfs "daarbuiten" liggende modulatievorm. Op pagina 41 moet hij de opmerking "Er kan bewezen worden dat u(t) en $\widehat{u(t)}$ een Hilbert-paar vormen" dan maar voor lief nemen en kan hij zich tevens afvragen hoe de discontinue fasekarakteristiek uit fig. II.v in de praktijk gerealiseerd moet worden. Bij het onderwijs zal men, bij gebruik van dit boek, dus wel op een aantal punten nadere toelichtingen moeten geven.

Enkele ontsporingen in de tekst komen voor op pagina 30, waar ten onrechte wordt gezegd dat door de introductie van een Nyquist-flank bij restzijbandmodulatie de vervorming bij gebruik van een omhullende-detector kan worden opgeheven. (De bijbehorende figuur IIm heeft bovendien betrekking op de overdrachtskarakteristiek en niet, zoals wordt vermeld, op het uitgezonden spectrum). Verder worden op pagina 97 en 99 onjuiste definities van deltamodulatie en differentiële pulscodemodulatie gegeven (ten onrechte gekoppeld aan de verschillen tussen opeenvolgende bemonsterde signaalwaarden, met een voorbijgaan aan de essentiële functie van de gekwantiseerde terugkoppeling). Op pagina 90 wordt de lezer ten onrechte gesuggereerd dat de bandbreedte in de transmissieweg groot moet zijn om intersymboolinterferentie te voorkomen (aan het hierop betrekking hebbende Nijquist-criterium wordt helaas voorbijgegaan). In het op pagina 61 gegeven bemonsteringstheorema dient het woord "minstens" door "hoogstens" te worden vervangen en in het mechanisch analogon op de volgende bladzijde moet de omwentelingssnelheid van de roterende schakelaars 8000 omw/s bedragen en niet 480000 omw/s. Een aantal van deze onnauwkeurigheden mogen dan voor de vakman weinig moeilijkheden opleveren, doch voor de studerende die nog niet in dit vakgebied thuis is kunnen zij struikelblokken vormen. Verder vind ik het jammer dat in het gedeelte over kanaalcodering weinig aandacht geschonken is aan de modulatie-eigenschappen (bijvoorbeeld wat betreft het spectrum bij de bipolaire codering). Dit immers zou juist het verband tussen modulatie en kanaalcodering geaccentueerd hebben.

Resumerend kunnen we zeggen dat dit boek een aantal aspecten van modulatie en codering een aardig overzicht geeft, doch dat het de lezer wel met enige vragen achter zal laten.

Ir. F.de Jager.

Onderstaand persbericht werd door de uitgever toegezonden.

Grafische telecommunicatie

Delft, 17 september 1975 - Dezer dagen verscheen bij de Delftse Universitaire Pers de uitgave: "Grafische telecommunicatie". In dit boekje wordt uitvoerig aandacht besteed aan nieuwe methoden voor de overdracht, opname en weergave van grafische informatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van bestaande kabel- en/of etherverbindingen.

Onze televisiezenders en-ontvangers worden, evenals

onze telefoonverbindingen, nog lang niet voluit benut. Hiervoor bestaat verschillende oorzaken.

Het huidige televisiesignaal is ontworpen in een tijd dat de technologie nog niet zover was ontwikkeld als nu; de televisieverbindingen bezitten daardoor, gemeten naar de huidige stand van de techniek, een grote capaciteit.
Een andere oorzaak wordt bepaald door de hoge produktiekosten van televisieprogramma's waardoor de Nederlandse televisiezenders grote delen van de dag niet worden gebruikt.

Ook bij de telefoonverbindingen liggen nog onbenutte mogelijkheden. Het spreeksignaal vult de thans beschikbare brandbreedte weliswaar redelijk goed, maar er zijn toch duidelijke aanwijzigingen dat het mogelijk zal zijn tijdens het "spreken" via een telefoonverbinding nog extra informatie mee te zenden.

Bovendien worden telefoonverbindingen ontworpen voor spitsuurbelasting; buiten de drukke uren is er ook hier sprake van overcapaciteit.

Het vinden van emplooi voor een deel van de overcapaciteit van deze reeds bestaande communicatiemogelijkheden was het onderwerp van een colloquium over grafische telecommunicatiediensten, dat enige tijd geleden aan de Technische Hogeschool werd georganiseerd. Het nu verschenen boek bevat een verslag van deze bijeenkomsten

Zo wordt er in deze uitgave, behalve aan nu reeds in praktijk gebrachte diensten als telex en facsimiliapparatuur, ruim aandacht gegeven aan ook meer geavanceerde tele-informatiediensten als schrijftelefoon, televisiekrant, elektronisch schoolbord, beeldtelefoon, tele-fotokopiëren, kabeltelevisie e.d.

De resultaten van dit colloquium zijn van groot belang, niet alleen door de technische informatie die hierin is vervat, maar juist ook in verband met de grote maatschappelijke consequenties, die het invoeren van deze nieuwe grafische telecommunicatiediensten zal kunnen hebben voor bijvoorbeeld het onderwijs"open school", gehandicapten, de verhouding schrijvende pers - omroep (tijdhandicap van de schrijvende pers zal kunnen verdwijnen) en voor vele anderen. De aktualiteit van dit onderwerp blijkt onder meer uit het feit dat in de Media-nota van Minister Van Doorn, die binnenkort in de Tweede Kamer zal worden behandeld, een niet onbelangrijke plaats is ingeruimd voor de mogelijkheden van grafische telecommunicatie.

Het boek "Grafische telecommunicatie", omvang 146 pagina's, is te bestellen bij de Delftse Universitaire Pers, Mijnbouwplein 11, Delft; de prijs bedraagt f17,50.

URSI

In het volgende nummer zal door Dr. Ir. J.B.H. Peek een overzicht worden gegeven van de werkzaamheden van het Nederlands URSI committee, en haar relaties met het NERG

Radiosterrenkunde in de 18-de URSI-Assemblee, Augustus 1975 te Lima.
door J.P. Hamaker, Radiosterrenwacht Dwingeloo.

De radiosterrenkunde is een bij uitstek internationaal georiënteerde wetenschap. Geen enkel waarneeminstrument is geschikt voor de bestudering van de gehele veelheid van verschijnselen, zodat de waarnemers veelvuldig bij elkaar te gast komen. Ook op het gebied van de instrumentatie bestaat een goede internationale informatieuitwisseling. Een periodiek hoogtepunt daarin vormen de Assemblées van de Union Radio-Scientifique Internationale, waar in Commissie V de ingenieurs en astronomen samenkomen, die zich vooral met de instrumentatie voor de waarnemingen bezighouden.

De XVIII-de Assemblée (om mij onbekende redenen gebruikt de URSI graag de Romeinse getalnotatie werd in augustus MCMLXXV in Lima gehouden. Zoals in alle Commissies, was ook de deelname van radiosterrenkundigen geringer dan anders. Opvallend was de afwezigheid van een aantal vooraanstaande instituten: Het California Institute of Technology, de Universiteiten van Manchester (Jodrell Bank), Onsala (Zweden) en Bologna. Naast de grote afstand was de internationale recessie daaraan ongetwijfeld debet. Ook de Nederlandse delegatie was bescheiden: R.D. Ekers van het Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn" in Groningen en J.L.Casse en J.P.Hamaker namens de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg, de beheerster van de radiosterrenwacht in Dwingeloo en Westerbork.

In vergelijking met voorgaande Assemblées lag het accent in Commissie V sterker op instrumentatie, - een mijns inziens zeer juiste ontwikkeling aangezien de volbloed sterrenkundigen ruimschoots aan hun trekken kunnen komen in de Congressen en symposia van de Internationale Astronomische Unie. Er waren niettemin genoeg bijdragen over gedane waarnemingen om de gedachte levend te houden aan de vele mysteries in het heelal, waaraan ons werk zijn bestaansrecht uiteindelijk ontleent.
Verrassingen bleven daarbij achterwege; een vooraanstaand radio-astronoom gaf de mening te kennen, dat de tijd van schokkende ontdekkingen (zoals quassars en pulsars) voorbij is en de verdere vooruitgang af zal hangen van het met woeste vlijt verwerken van enorme hoeveelheden waarneem-materiaal. Hoe dit zij, veel van het gerappor-

teerde werk was al gepubliceerd en het sterrenkundige deel kreeg daardoor meer het karakter van een overzicht over de drie jaren sinds de vorige Assemblée. Ik zal me verder in de eerste plaats op de instrumenten richten en daarbij enkele astronomische toepassingen noemen.

Interferometrie

Deze techniek, gebaseerd op waarneming van de mate van correlatie tussen signalen, opgevangen door twee afzonderlijke antennes, is de enige manier om radiowaarnemingen met een hoog scheidend vermogen te doen. Synthese Telescopen, die kleine stukken hemel zeer gedetailleerd in kaart kunnen brengen, zijn in wezen niet meer dan ingewikkelde combinaties van vele interferometers. Onder deze telescopen, waarvan er een tiental bestaan, is die van Westerbork veruit de gevoeligste, en resultaten van dit instrument vormden in Lima dan ook een hoofdschotel. Een geduchte concurrent, de Amerikaanse "Very Large Array" is in aanbouw, maar zal pas tegen 1980 echt operationeel worden. Informatie over structuren met nog veel kleinere hoekmaat wordt verkregen door "Very Long Baseline Interferometers". Deze registreren de ontvangen signalen op magneetband, met gebruik van onafhankelijke locale oscillatoren (atoomklokken). De opgenomen gegevens worden pas achteraf met elkaar gecorreleerd. Oplossende vermogens beneden 0.001" worden zo gerealiseerd. Er is nu een voorstel om de VLBI en synthese technieken te combineren in een systeem van 8 antennes dat zich uitstrekt van Hawaii via de USA naar Spanje, en zo kleine stukjes hemel tot in details van 0.01" en kleiner in kaart te brengen (Kellermann en Swenson, 1975).

Onderzoek van spectrale lijnen

De Nederlandse traditie in het onderzoek van de 21-cm lijn van neutrale waterstof is sinds 1972 met de Synthese Telescoop voortgezet, waarbij nu andere stelsels dan onze eigen Melkweg onder de loep genomen kunnen worden. Met de voorziene verlenging tot 3 km zal ons instrument tot in de tachtiger jaren een leidende rol in dit werk kunnen blijven spelen. In het mm-golflengtegebied, dat sinds 1970 met gevoelige ontvangers kan worden waargenomen, zijn inmiddels een veertigtal moleculen door hun lijnemissie gedetecteerd. Vele daarvan vertonen een combinatie van grote helderheid en kleine bandbreedte, die alleen door het optreden van maser-effecten in de stralingsbron verklaard kunnen worden. Na een enige jaren durende jacht op primeurs breekt nu de tijd voor meer systematisch onderzoek aan. Voor dit doel zijn een tiental mm-telescopen in aanbouw of in voorbereiding, waaronder een gecombineerd Duits-Frans instrument.

Stabiliteit

Naarmate men meer verfijnde waarnemingen nastreeft, worden driftverschijnselen in electronica en atmosfeer steeds meer als hinderlijke beperkingen ervaren. Nieuwe instrumenten bouwt men bij voorkeur op hoge en droge plaatsen. Het onderzoek naar methoden, om bij bestaande minder gunstig gesitueerde instrumenten toch het onderste uit de kan te halen, staat nog maar in de kinderschoenen.

Nieuwe instrumenten

In de aan dit onderwerp gewijde vergaderingsmiddag werd gerapporteerd over meer dan 20 projecten voor de verbetering van bestaande en bouw van nieuwe instrumenten, variërend van mm-antennes met tientallen meters middellijn tot speciale computer-systemen voor de verwerking van vijf VLBI-registraties tegelijk.

Frequentiebescherming

Waarneming zonder storing door aardse zenders is een levensvoorwaarde voor de radio-astronomie. De kwesties rond de voor ons gereserveerde banden vormen dan ook een vast agendapunt in Commissie V. Grote zorg baren op het ogenblik de geostationaire ATS- en Meteosat-satellieten, met down-links vlak naast astronomie-banden de onvermijdelijke overloop van het modulatie-spectrum in de beschermde banden maakt bepaalde waarnemingen in het "bestraalde" gebied praktisch onmogelijk. Hierom en in verband met de ontdekking van spectraal-lijnen (b.v. HCHO op 4780 MHz) is een herallocatie van astronomiebanden dringend gewenst. Helaas kan de sterrenkunde in het internationale overleg tegenover de grote militaire en commerciële belangen maar weinig gewicht in de schaal leggen.

Al met al leverde Commissie V in Lima het beeld op van de radiosterrenkunde als een wetenschapsgebied, waar van de contouren in grote lijnen getekend zijn. Vele deelgebieden bleven evenwel nog onbetreden, veelal door het ontbreken van de benodigde instrumentatie. Het verder ontwikkelen van de vereiste waarneem technieken blijft in de komende jaren voor de radiosterrenkundige gemeenschap een uitdagende opdracht.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. G.J. Dijst, Reinier Claeszenstraat 80, Amsterdam.
Ir. T.W.H. Fockens, Zonnebloemstraat 6, Eibergen.
Ing. A.J. Lansink, Deurningerstraat 108, Hengelo(O).

Nieuwe leden

Ir. H.B. Groen, Van Hasseltlaan 640, Delft.
Ir. G.J.H. van Oort, Annahoeve 21, Gouda.

Nieuwe adressen van leden

Ir. E.P.W. Attema, Seringenhove 21, Kwintsheul.
Ir. Th.Q. Bennebroek, Tollenaersingel 14,
Leiderdorp.
Ir. N.C. Besseling, 1101 Blinkwater-Disa Park,
Clifford-Av., Highlands-Est.,
8001 Kaapstad, Zuid-Afrika.
Prof.dr. H. Bremmer, Veld. Montgomerylaan 381,
Eindhoven.
Ir. A. van Brink, postbus 96, Driebergen.
Ir. W.H.M. Deckers, Bruggelaan 24, Eindhoven.
Ir. C.B. Dekker, Leonardusdal 7, Dommelen.
Ir. H.M. Hoeksema, Meidoorn 17, Geldrop.
Ir. R. van Konijnenburg, Dorpsstraat 69, Warmond.
Ir. L.R. Nieuwkerk, Leiwater 13, Zoetermeer.
Ir. M. Rietveld, Osseweistraat 5, Rotterdam.
Ir. J.B.F. Tasche, Molenweg 52, Wieringerwaard.
Ir. J.J. de Waal, De Noord 22, Blaricum.

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Bestuur

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 45,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

Toestemming tot overnemen van artikelen of delen daarvan kan uitsluitend worden gegeven door de redactiecommissie. Alle rechten worden voorbehouden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 45,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

Redactiecommissie

DE EXAMENS

De examens door het Genootschap ingesteld en afgenomen zijn:

a. op lager technisch niveau:"Elektronica monteur NERG"
b. op middelbaar technisch niveau: Middelbaar Elektronica Technicus NERG"

Brochures waarin de exameneisen en het examenreglement zijn opgenomen kunnen schriftelijk worden aangevraagd bij de Administratie van de Examencommissie.

Voor deelname en inlichtingen wende men zich tot de Administratie van de Examencommissie NERG, Genemuidenstraat 279, den Haag, gironummer 6322 te den Haag.

Examencommissie